UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de
sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES

Guio Sivipaucar, Juan Diego (0000-0003-2466-7160)

Cayllahua Huaman, Dennis Alfredo (0000-0003-3543-6907)

ASESOR

Bragagnini Rodríguez, Iván Enrique (0000-0002-6870-1503)

Lima, 25 de Septiembre de 2019

DEDICATORIA

El presente proyecto de Tesis va dedicado principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Estamos orgullosos y privilegiados de ser sus hijos, son los mejores padres. A nuestros hermanos(as) por estar siempre presentes, acompañándonos, por el apoyo moral y emocional, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. Y también dedicado a nosotros mismos, pues es una prueba más que, realizada con compromiso, perseverancia y mucha fe se puede lograr todo lo que uno se propone frente a adversidades.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad durante el proceso de del trabajo de investigación.

A nuestro asesor, Ing. Iván Bragagnini Rodríguez, por su apoyo con críticas constructivas durante todo el proceso del proyecto de tesis, por su paciencia y comprensión frente a una investigación de tesis muy compleja, por orientarnos para despejar dudas generadas durante el proyecto de tesis y con el propósito de resolver conflictos como grupo de tesis.

A mi madre Silvia Sivipaucar Ayala, la mujer que fue una parte fundamental en mi educación y el apoyo incondicional desde que nací; mi hermana Daniela, mi primera motivación para ser un ejemplo para ella como hermano mayor de que todo se puede lograr; mi novia Margie Vicuña Huamani, una de las mujeres que formó parte de las personas que me daban esas fuerzas de seguir adelante que a pesar de todo siempre me iba apoyar; y mi hija Luana Mariane, mi última motivación de poder lograr culminar mi carrera y llegar a obtener mi título para que se sienta orgulloso de su padre. En líneas generales agradezco a cada una de las personas que formaron parte de mi vida universitaria, mis profesores, mis viejos amigos y los nuevos que durante estos últimos ciclos han estado presentes en el apoyo incondicional, esa motivación para seguir a cumplir mis metas de vida que me he propuesto, esa fuerza de seguir adelante y jamás rendirme frente a adversidades. (Juan Diego Guio Sivipaucar)

Agradezco a mis padres: Alfredo Santiago Cayllahua Paytan y Maribel Huamán Conde, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado y a mis hermanas Lisbeth Cayllahua Huamán y Adriana Cayllahua Huamán por la constante motivación y comprensión de que todo esfuerzo y tiempo invertido tendrá sus respectivos frutos. En general agradezco a todas las personas que me apoyaron en lo personal y contribuyeron con la investigación (Dennis Alfredo Cayllahua Huamán).

RESUMEN

La presente tesis pretende analizar la importancia que tienen las metodologías de excavación en los edificios de la ciudad de Lima Metropolitana. Las metodologías más usadas son: conformación de rampas, conformación de banquetas, método del pasamanos con el uso de banquetas, método de cuchara a cuchara, uso de faja transportadora, uso de baldes basculantes y el sistema de izaje vertical.

En el país no se tiene conocimiento del tipo de método o control que se debe regir para un eficiente proceso de eliminación de material para la construcción de sótanos, dando así confianza a las empresas subcontratas que se encargan de la ejecución de esta etapa de movimiento de tierras o también experiencia del staff de producción. El buen control y el manejo de una buena producción de eliminación de material ayudarían a determinar la eficiencia de un proceso a futuro, lo que nos permite la buena elección de una metodología de mayor eficiencia, con la finalidad de evitar un mal flujo de producción.

Para este estudio se analizará 4 edificios ubicados en los distritos de Lima Metropolitana. Donde este análisis se limitará a proyectos que presenten áreas entre 700 – 1200 m², contengan la construcción de 4 a más sótanos, que se encuentren ubicadas en zonas características al suelo de Lima que son los suelos Granulares tipo gravas y que presenten las condiciones óptimas en cuanto a maquinaria para el desarrollo de las excavaciones profundas.

La importancia de este trabajo es asegurar la mejora de los procesos y métodos en excavaciones profundas de edificaciones con ciertas características constructivas en base al estudio del proceso constructivo de excavaciones para la construcción de sótanos mediante ratios, lo que nos permitirá determinar la eficiencia por anillo y por proyecto de este proceso durante la eliminación de material.

Palabras clave: Excavaciones; Maquinaria y Equipo de Construcción, Sótanos, Construcción, Ingeniería de suelos, Suelos grumosos.

Analysis of material removal methods for basement construction in projects that present granular soil in Metropolitan Lima

ABSTRACT

The following thesis aims to analyze the importance of excavation methodologies in the buildings of the city of Metropolitan Lima. The most used methodologies are: ramp installation, sidewalk installation, handrail method using sidewalks, spoon to spoon method, conveyor belt usage, use of tilting buckets, and vertical lifting system.

In the country, there is no knowledge of the method or control that should be used for an efficient process of material removal for basement constructions; hence, there is trust in subcontracting companies which are responsible or perform for this activity based on experiences already carried out in other similar projects. The purpose of this thesis project is to develop the appropriate control and management of a good production of material removal that would help to establish the efficiency of any process in the future.

This study will analyze 4 buildings located in the districts of Metropolitan Lima. This analysis will be limited to projects which areas are ranked between 700 - 1200 m², include the construction of 4 or more basements, with locations based in typical areas that represent the main characteristics of the Lima soil. Within the group of soils, there is focus in the granular gravel type that shows the optimal conditions in terms of suitable machinery for deep excavations performance.

The importance of this work is to ensure the improvement of processes and methods in deep excavations of buildings that present some construction characteristics, based on the study of the construction process of basement excavations by ratios, which will allow to determine the efficiency by ring and by project of this process during the material removal phase.

Keywords: Excavations, construction machinery and equipment, basements, construction, soil engineering, lumpy floor.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCION	23
1.1	ANTECEDENTES	27
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	39
1.2.1	Realidad Problemática	40
1.2.2	Formulación del Problema.....	41
1.2.3	Hipótesis	42
1.3	OBJETIVOS.....	43
1.3.1	Objetivos Generales.....	43
1.3.2	Objetivos Específicos	43
1.4	ALCANCE Y METODOLOGÍA.....	44
2	MARCO TEÓRICO.....	45
2.1	EXCAVACIONES	45
2.1.1	Definición	45
2.1.2	Tipos de Excavaciones	46
2.1.3	Actuaciones Previas.....	49
2.1.4	Estabilidades de taludes.....	54
2.1.5	Trabajos en terreno	55
2.2	METODOLOGÍA DE EXCAVACIONES PROFUNDAS	55
2.2.1	Conformación de rampas.....	56
2.2.2	Conformación de banquetas	58
2.2.3	Métodos del pasamano con el uso de banquetas	60
2.2.4	Método de cuchara a cuchara	62
2.2.5	Uso de faja transportadora.....	62
2.2.6	Uso de baldes basculantes	64
2.2.7	Sistema de izaje vertical	66
3	CASO DE ESTUDIO DE PROYECTOS.....	67
3.1	PROYECTO 1: EDIFICIO STELAR	68
3.1.1	Alcance	68

3.1.2	Especificaciones Técnicas	70
3.1.3	Proceso constructivo de excavación	72
3.1.4	Cronograma de actividades	82
3.1.5	Registro de datos	83
3.2	PROYECTO 2: EDIFICIO CENTRO EMPRESARIAL PLEXUS	92
3.2.1	Alcance	92
3.2.2	Procesos constructivos.....	94
3.2.3	Cronograma de actividades	102
3.2.4	Registro de datos	103
3.3	PROYECTO 3: ALTO VERDE	114
3.3.1	Alcance	114
3.3.2	Especificaciones técnicas	116
3.3.3	Proceso constructivo de excavación	118
3.3.4	Cronograma de actividades	125
3.3.5	Registro de datos	125
3.4	PROYECTO 4: PARQUE ALAMEDA	130
3.4.1	Alcance	130
3.4.2	Proceso constructivo.....	132
3.4.3	Cronograma de actividades	135
3.4.4	Registro de datos	136
4	RATIOS DE PROCESOS DE EXCAVACION PROFUNDA	147
4.1	DEFINICIÓN	147
4.2	FACTORES.....	147
4.2.1	Metodología.....	148
4.2.2	Frontis.....	158
4.2.3	Rendimiento Técnico.....	185
4.2.4	Profundidad	202
4.2.5	Coeficiente de Ajuste.....	205
4.3	ANÁLISIS DE RATIOS DE PROCESOS DE EXCAVACIÓN PROFUNDA.....	147
4.3.1	Análisis por Anillo	207
4.3.2	Análisis por Proyectos	210
4.3.3	RESULTADOS	214

5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	226
5.1	CONCLUSIONES	226
5.2	RECOMENDACIONES	232
6	REFERENCIA.....	235
7	ANEXOS	239
7.1	ANEXO 1. CHECK LIST DE PRE USO DE EQUIPO (EXCAVADORA-ARPE CONTRATISTAS GENERALES S.A.).....	239
7.2	ANEXO 2. CERTIFICACIÓN DE TRASLADO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	240
7.3	ANEXO 3. CRONOGRAMA Y REGISTRO DE MANTENIMIENTO DE EXCAVADORA. ..	248
7.4	ANEXO 4. FORMATO DE PERMISOS DE TRABAJOS. (ALTURA-MANTERO Y EXCAVACIÓN-OPERADORES).....	250
7.5	ANEXO 5. FORMATO DE ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO.....	253
7.6	ANEXO 6. FORMATO DE REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, CHARLA, ENTRENAMIENTO Y SIMULACRO DE EMERGENCIA.....	259
7.7	ANEXO 7. TERRENOS COLINDANTES DEL PROYECTO STELAR.....	260
7.8	ANEXO 8. LAYOUT DE EXCAVACIÓN POR CONFORMACIÓN DE RAMPA-STELAR	261
7.9	ANEXO 9. LAYOUT DE EXCAVACIÓN POR FAJA TRANSPORTADORA-STELAR	262
7.10	ANEXO 10. FORMATO DE ELIMINACIÓN DIARIA DEL PROYECTO STELAR.....	265
7.11	ANEXO 11. DIAGRAMA DE ELIMINACIÓN DIARIA DEL PROYECTO STELAR.....	266
7.12	ANEXO 12. PERFIL DE SUELOS DEL CENTRO EMPRESARIAL PLEXUS	267
7.13	ANEXO 13. LAYOUT DE EXCAVACIÓN POR CONFORMACIÓN DE RAMPA-PLEXUS 273	
7.14	ANEXO 14. FORMATO DE ELIMINACIÓN DIARIA DEL PROYECTO PLEXUS.....	274
7.15	ANEXO 15. DIAGRAMA DE ELIMINACIÓN DIARIA DEL PROYECTO PLEXUS.....	276
7.16	ANEXO 16. PERFIL DE SUELOS DE MULTIFAMILIAR ALTOVERDE.	277
7.17	ANEXO 17. LAYOUT DE EXCAVACIÓN POR CONFORMACIÓN DE RAMPA- ALTOVERDE	280
7.18	ANEXO 18. LAYOUT DE EXCAVACIÓN POR FAJA TRANSPORTADORA- ALTOVERDE.	281
7.19	ANEXO 19. FORMATO DE ELIMINACIÓN DIARIA-ALTOVERDE.....	282
7.20	ANEXO 20. DIAGRAMA DE ELIMINACIÓN DIARIA-ALTOVERDE.....	283

7.21	ANEXO 21. LAYOUT INICIAL DE OBRA DEL PROYECTO PARQUE ALAMEDA.....	284
7.22	ANEXO 22. FORMATO DE ELIMINACIÓN DIARIA DE PARQUE ALAMEDA	285
7.23	ANEXO 23. DIAGRAMA DE ELIMINACIÓN DIARIA DEL PARQUE ALAMEDA	286
7.24	ANEXO 24. FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS A EXPERTOS	287
7.25	ANEXO 25. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA EXCAVADORA DE RUEDAS CAT-M315D2.....	342
7.26	ANEXO 26. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EXCAVADORA ORUGA KOBELCO-SK350LC.....	344
7.27	ANEXO 27. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EXCAVADORA HIDRÁULICA JCB-JS330LC	346
7.28	ANEXO 28. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EXCAVADORA VOLVO-EW205D	349
7.29	ANEXO 29. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA EXCAVADORA ORUGA DOOSAN DX225LC-5	352
7.30	ANEXO 30. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA EXCAVADORA DE RUEDAS CAT-M322 C	356
7.31	ANEXO 31. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA EXCAVADORA ORUGA HYUNDAI-305LC-7.....	359
7.32	ANEXO 32. FORMATO DE CONTROL DE VEHÍCULOS CON RESIDUOS SÓLIDOS AL BOTADERO FINAL	360

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población censada, omitida y total de Perú, según censos realizados, 1940-2017	23
Tabla 2 Población inmigrante y emigrante, Lima y Callao entre 1940 a 2017	24
Tabla 3 Población urbana en Lima y Callao entre los años 1940 y 2017.....	25
Tabla 4 Precios de terrenos en Lima Metropolitana.....	29
Tabla 5 Déficit número de viviendas y número de hogares	30
Tabla 6 Estudio de ventas y oferta por área de vivienda en Lima Metropolitana	31
Tabla 7 Proyectos existentes con mayor cantidad de sótanos.	32
Tabla 8 Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según forma de accidente.....	35
Tabla 9 Accidentes de Trabajo no mortales por meses año 2018, según Actividad Económica	36
Tabla 10 Accidentes de Trabajo mortales por meses año 2018, según Actividad Económica	37
Tabla 11 Características generales de los accesos a pasos peatonales a desnivel	57
Tabla 12 Factor de esponjamiento según tipo de suelo	57
Tabla 13 Características generales del edificio STELAR-Barranco	69
Tabla 14. Cronograma de actividades del movimiento de tierras.	83
Tabla 15 Resumen de eliminación diaria con el sistema de conformación de rampas	84
Tabla 16 Viajes según tipo de volumen eliminado por volquete	86
Tabla 17 Resumen de producción diario con el uso de faja transportadora	87
Tabla 18 Viajes realizados por tipo de volquete en el sistema de faja transportadora.....	88
Tabla 19 Resumen de excavación profunda general diario del proyecto STELAR.....	90
Tabla 20 Características generales del Centro Empresarial PLEXUS-San Miguel	93
Tabla 21 Estratigrafía en base al estudio de suelo del terreno PLEXUS	95
Tabla 22 Distribución de sistemas de excavación para cada anillo.....	99
Tabla 23 Cronograma resumido de las actividades involucradas en el proceso de excavación.	102
Tabla 24 Resumen diaria de excavación por conformación de rampas del Proyecto PLEXUS.	104
Tabla 25 Cantidad de viajes según la cantidad de volúmenes eliminados con conformación de rampas.....	106
Tabla 26 Resumen diario de excavación mediante faja transportador del proyecto PLEXUS.	107

Tabla 27 Resumen diario de excavación mediante faja transportadora del proyecto PLEXUS	108
Tabla 28 Cantidad de viajes realizados con respecto a la cantidad de capacidad de los volquetes en m ³	110
Tabla 29 Resumen de excavación profunda general del proyecto PLEXUS-Parte 1.....	111
Tabla 30 Resumen general de la excavación masiva del proyecto PLEXUS-Parte 2.....	112
Tabla 31 Características general del proyecto ALTOVERDE.....	115
Tabla 32 Desarrollo de las metodologías por cada anillo.....	122
Tabla 33 Primera semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.	127
Tabla 34 Segunda semana de eliminación masiva mediante conformación de rampas	127
Tabla 35 Tercera semana de eliminación masiva mediante conformación de rampas en el primer anillo	127
Tabla 36 Cuarta semana de eliminación masiva con conformación de rampas	127
Tabla 37 Quinta semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.....	128
Tabla 38 Sexta semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.....	128
Tabla 39 Características generales del proyecto Parque Alameda	131
Tabla 40 Resumen del estudio de suelo del proyecto Parque Alameda	133
Tabla 41 Resumen de metodologías de excavación por nivel de sótano.....	135
Tabla 42 Cronograma de actividades del proyecto Parque Alameda.....	135
Tabla 43 Resumen de eliminación por semana mediante conformación de rampa.....	137
Tabla 44 Resumen diario de excavación profunda por rampa	138
Tabla 45 Resumen de los tipos de volquetes según la capacidad en m ³ de cada volquete	140
Tabla 46 Resumen de excavación profunda por pasamanos con banquetas del Proyecto Parque Alameda.....	141
Tabla 47 Resumen de Eliminación Masiva mediante Pasamanos con banquetas.	142
Tabla 48 Descripción de uso de volquete según la capacidad.....	144
Tabla 49 Resumen diario de la excavación masiva con respecto al proyecto PARQUE ALAMEDA.	145
Tabla 50 Información de la data de rendimiento según la metodología de cada proyecto	149
Tabla 51. Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto STELAR.	150
Tabla 52 Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto PLEXUS.	152

Tabla 53 Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto ALTOVERDE	153
Tabla 54 Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto Parque Alameda.....	154
Tabla 55 Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo de todos los proyectos	156
Tabla 56 Factor de metodologías estandarizado	157
Tabla 57 Estudio de factor de metodología en base a los proyecto de estudio	158
Tabla 58 Verificación de frontis de experiencias del Ing. David Núñez.....	159
Tabla 59 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Edy Caillahua	160
Tabla 60 Verificación de frontis de experiencias del Ing. José Luis Guerrero	161
Tabla 61 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Oscar Ureta.....	161
Tabla 62 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Alexander Edward Paredes Carrasco.....	162
Tabla 63 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Jorge Huarcaya.....	162
Tabla 64 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Shiomara Delgado Collantes..	162
Tabla 65 Verificación de frontis de experiencias del Ing. Juan Tantalean.....	163
Tabla 66 Verificación de frontis de experiencia del Ing. Carlos Carpio Torres.....	163
Tabla 67 Verificación de frontis de experiencia del Ing. Henry Galindo.....	164
Tabla 68 Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo	165
Tabla 69 Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo	166
Tabla 70 Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo	167
Tabla 71 Especificaciones de la excavadora inicial Jhon Deere 350D-LC.....	168
Tabla 72 Especificaciones de la excavadora CAT-M315D2.....	169
Tabla 73 Especificaciones técnicas de la excavadora KOBELCO-SK350LC	170
Tabla 74 Especificaciones técnicas de la excavadora JCB-JS330LC	171
Tabla 75.....	172
Tabla 76 Especificaciones técnicas de la excavadora VOLVO-EW205D.....	173
Tabla 77 Especificaciones técnicas de la excavadora DOOSA DX225LC-5	174
Tabla 78 Especificaciones técnicas de la excavadora CAT-M315D2.....	175

Tabla 79 Especificaciones técnicas de la excavadora CAT-322CL	176
Tabla 80 Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 305LC-7	177
Tabla 81 Características importantes de las excavadoras del proyecto PLEXUS.....	178
Tabla 82 Características importantes de las 2 excavadoras del proyecto STELAR.....	178
Tabla 83 Características importantes de las 3 excavadoras del proyecto ALTOVERDE. 178	
Tabla 84 Características importantes de las 2 excavadoras del proyecto Parque Alameda	178
Tabla 85 Cuadro de resumen de frontis de los proyectos y las características de las excavadoras	179
Tabla 86 Tabla del análisis del frontis y características de las excavadoras de los 4 casos de estudio.....	180
Tabla 87 Rendimiento técnico de los 4 proyectos	181
Tabla 88 Análisis de factor de frontis con rendimientos técnicos.....	182
Tabla 89 Rendimientos de metodología de los 4 proyectos	182
Tabla 90 Análisis de factor frontis con rendimiento de metodología.....	183
Tabla 91 Factores de Peso de frontis en un intervalo de 15.00 a 30.00 m	184
Tabla 92 Estudio de factor de acuerdo con los proyectos de estudio	185
Tabla 93 Data de rendimiento real bruta de los 4 casos de estudio.....	187
Tabla 94 Data de rendimiento real bruto de los 4 casos de estudio	188
Tabla 95 Comportamiento en base a los factores de peso de rendimientos originales	189
Tabla 96 Características del “Ensayo 100” de los 4 casos de estudio	190
Tabla 97 “Ensayo 100” comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.	190
Tabla 98 “Ensayo 100” comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.	191
Tabla 99 Características del "Ensayo 150" de los 4 casos de estudio	192
Tabla 100 "Ensayo 150" comportamiento de eliminación de acuerdo a los rendimientos obtenidos.....	193
Tabla 101 "Ensayo 150" comportamiento de eliminación por anillo y metodología.....	193
Tabla 102 Características del “Ensayo 200” de los 4 casos de estudio	193
Tabla 103 "Ensayo 200" comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.	194
Tabla 104 "Ensayo 200" comportamiento de eliminación por anillo y metodología.....	195

Tabla 105 Comparativa de 3 ensayos en base a tiempos y características de eliminación original.....	197
Tabla 106 Rendimientos finales amplificados representados de color rojo	197
Tabla 107 Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto STELAR.	198
Tabla 108 Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto PLEXUS.	199
Tabla 109 Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto ALTOVERDE	200
Tabla 110 Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto PARQUE ALAMEDA	200
Tabla 111 Identificación del Factor de Rendimiento Técnico en base a los 4 proyectos de estudio.....	201
Tabla 112 Factor de Rendimiento Técnico en los proyectos de estudio	202
Tabla 113 Alturas de sótanos de cada proyecto estudiado	203
Tabla 114 Altura de anillos de los proyectos de estudio	205
Tabla 115 Factores del Primer Anillo de los proyectos de estudio	207
Tabla 116 Factores del Segundo Anillo de los proyectos de estudio	208
Tabla 117 Factores del Tercer Anillo de los proyectos de estudio.....	208
Tabla 118 Factores del Cuarto Anillo de los proyectos de estudio	209
Tabla 119 Factores del Quinto Anillo de los proyectos de estudio	209
Tabla 120 Factores del Sexto y Séptimo Anillo del proyecto PLEXUS	210
Tabla 121 Ratio de Eficiencia del proyecto STELAR	211
Tabla 122 Ratio de Eficiencia del proyecto PLEXUS	212
Tabla 123 Ratio de Eficiencia del proyecto ALTO VERDE.....	212
Tabla 124 Ratio de Eficiencia del proyecto Parque Alameda	214
Tabla 125 Tabla Fechas De Eliminación Por Anillo En Cada Proyecto	215
Tabla 126 Tabla de días de Eliminación en común hasta el cuarto anillo de cada proyecto	216
Tabla 127 Cantidad de volquetes en cada proyecto	216
Tabla 128 Variabilidad de la eficiencia por anillo STELAR	217
Tabla 129 Variabilidad de la eficiencia por anillo PLEXUS	218
Tabla 130 Variabilidad de Eficiencia por anillo ALTOVERDE.....	219

Tabla 131 Variabilidad de eficiencia por anillo Parque Alameda.....	220
Tabla 132 Eficiencias De Los Proyectos en Estudio	221
Tabla 133 Eficiencias de Los Proyectos de sus 4 primeros anillos	222
Tabla 134. Factores o Ratios según la metodología aplicada y anillo previsto.....	227
Tabla 135. Características de la Excavadora JCB 330 (Considerar Solo 1 Frente)	230
Tabla 136. Ratio de Eficiencia Mejores y peores Alternativas De Eliminación Del Proyecto	230
Tabla 137. Propuesta de trabajo para excavaciones masivas en la construcción de sótanos en Lima Metropolitana.	231
Tabla 138 Profundidades analizadas por anillo-STELAR	234
Tabla 139 Profundidades analizadas por anillo-PLEXUS	234
Tabla 140 Profundidades analizadas por anillo-ALTOVERDE.....	234
Tabla 141 Profundidades analizadas por anillo-PARQUE ALAMEDA.....	234

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución poblacional de inmigrantes en Lima y Callao, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional”, adaptado propio, 2018.	24
Figura 2. Evolución poblacional urbana en Lima y Callao entre los años 1940 y 2017, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional”, adaptado propio, 2018.	25
Figura 3. Evolución poblacional censada por sectores de 1981 al 2017, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional” por INEI, 2017.	26
Figura 4. Pirámide de Maslow. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019.....	28
Figura 5. Valor del suelo. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019.....	28
Figura 6. Evolución del valor del suelo del 2010 al 2014. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019	29
Figura 7. Déficit habitacional cuantitativo del 2007 al 2017. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019	30
Figura 8. Oferta mobiliaria en Lima metropolitana. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por CAPECO y BBVA Research, 2019	31
Figura 9. Distribución con mayor cantidad de sótanos, elaboración propia adaptado de la tabla 1, 2018.	33
Figura 10. Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según forma de accidente. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.	36
Figura 11. Accidentes de Trabajo no mortales año 2018, según Actividad Económica. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.....	37

Figura 12. Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según Actividad Económica. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.	38
Figura 13. Tipos de Excavaciones Profundas, Excavaciones en zanjas, excavaciones masivas y excavaciones en pozos, respectivamente por sitio web google, 2017	46
Figura 14: Excavación en Zanja. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017.....	47
Figura 15: Excavación masiva. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017.....	48
Figura 16. Excavaciones en pozos. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017.....	48
Figura 17. Mapa de suelos en los distritos de Lima. Adaptado del diario La República por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres/ CISMID, 2012	50
Figura 18 Niveles de Excavación con Seguridad en buscador de sitio web, 2017.....	53
Figura 19. Muestra de excavación de pasamanos con banquetas. Adaptado de buscador web google, 2015.	59
Figura 20. Proceso de excavación de rampa a banqueta. Adaptado de buscador web google, 2017	60
Figura 21. Proceso de pasamanos mediante banquetas. Adaptado de buscador web google, 2017	61
Figura 22. Eliminación de desmonte mediante el sistema pasamano. Adaptado de buscador web google, 2017.....	62
Figura 23. Excavación con Faja transportadora para la construcción de sótanos. Adaptado de buscador web google, 2017	63
Figura 24. Weserhute W18, Dragalina c/cuchara NZG 1/50. Adaptado de buscador web google, 2017	65
Figura 25. Modo de excavación profunda de una Dragalina. Adaptado de buscador web google, 2017	65
Figura 26. Excavación profunda con uso de baldes basculantes. Adaptado de visita a proyecto multifamiliar ubicado en parque las tradiciones, 2017.....	66
Figura 27. Edificio STELAR y espacios comunes. Imágenes adaptadas del brochure online del proyecto STELAR, 2017	68

Figura 28. Ubicación del proyecto STELAR. Adaptado de Google Maps, 2017	69
Figura 29. Edificaciones Existentes que pertenecían al terreno del proyecto STELAR. Adaptado de Google Maps, 2017	70
Figura 30. Columnas Estratigráficas del Edificio Multifamiliar STELAR. Adaptado de Corporación Lakshmi Garudha, 2017	75
Figura 31. Planta General: Primera Línea. Adaptado de Pilotes Terratest, 2017.....	76
Figura 32. Charla de Seguridad, previa a excavación mediante rampas. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017.....	77
Figura 33. Modelación de la excavación con rampa para el primer anillo. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017.....	78
Figura 34. Método de pasamanos. Imagen de referencia tomada de proyecto Iberostar por encargado Diego Guio, 2019	79
Figura 35. Modelación del método de eliminación de material a través de pasamanos realizados con 2 excavadoras. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017	79
Figura 36. Instalación de Faja Transportadora y en paralelo eliminación de material mediante rampa. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017	80
Figura 37. Primera etapa de material excavado (Uso de Retroexcavadora). Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017	81
Figura 38. Última etapa de material transportado. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017	81
Figura 39. Modelación del método de eliminación con faja transportadora y 2 excavadoras. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017	82
Figura 40. Viajes realizados diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017.....	85
Figura 41. Volumen retirado diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017.....	85
Figura 42. Representación de la proporción de viajes por tipo de volquete. Adaptado de la tabla 16 por propia investigación, 2017.....	86
Figura 43. Número de viajes realizados diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017.....	88
Figura 44. Volumen excavado mediante faja transportadora diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017	88

Figura 45. Proporción de la cantidad de viajes realizada por tipo de volumen de volquete. Adaptado de la tabla 18 por propia investigación, 2017	89
Figura 46. Resumen de la eliminación de material diaria por anillo del proyecto STELAR.	91
Figura 47. Fachada principal del Edificio PLEXUS. Adaptado de buscador web google, 2017	92
Figura 48. Ubicación del Proyecto Centro Empresarial PLEXUS. Adaptado de Google Maps, 2017	93
Figura 49. Vista hacia el interior de las calicatas C-1 Y C-2. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012	96
Figura 50. Vista interior de las calicatas C-3 y C-4. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012	96
Figura 51. Vista panorámica del terreno estudiado. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012	97
Figura 52. Planta General del sexto sótano y visualización de terrenos colindantes. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012	98
Figura 53. Modelación de excavación mediante conformación de Rampa del proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018	100
Figura 54. Modelación de eliminación mediante pasamanos con banquetas en proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018	101
Figura 55. Eliminación mediante faja transportadora, inicio de excavación para la cimentación y cuarto de máquinas. Adaptado de Cuenta Oficial HPP Edificaciones, 2017	101
Figura 56. Modelación de eliminación mediante faja transportadora con la excavadora KOBELCO y CAT en el proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018	102
Figura 57. Volumen de eliminación de material diariamente por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017	104
Figura 58. Cantidad de viajes realizadas diariamente por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017	105
Figura 59. Proporción de la cantidad de viajes según el tipo de volquete. Adaptado de la tabla 25 por propia investigación, 2017.....	106

Figura 60. Excavación profunda de uso de faja transportadora del ultimo anillo. Adaptado de Cuenta Oficial HPP Edificaciones, 2017	107
Figura 61. Cantidad de viajes realizados diariamente en el uso de conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017	109
Figura 62. Volumen de material eliminado diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017	109
Figura 63. Proporción de viajes por tipo de capacidad. Adaptado de los datos registrados de la tabla 28 por propia investigación, 2017.....	110
Figura 64. Resumen diario de excavación y eliminación masiva del proyecto PLEXUS.	113
Figura 65. Proyecto Altoverde. Adaptado de Brochure online del proyecto ALTO VERDE, 2017	114
Figura 66. Ubicación del Proyecto Alto Verde. Adaptado de Google Maps, 2017	115
Figura 67. Edificaciones Existentes que pertenecían al terreno del proyecto ALTO VERDE. Adaptado de Google Maps, 2017	116
Figura 68. Ubicación de la calicata C-1. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017	119
Figura 69. Ubicación de la Calicata C-2. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017	119
Figura 70. Auscultación, uso del penetrometro portátil. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017	120
Figura 71. Planta General del proyecto ALTO VERDE de los terrenos colindantes. Adaptado de Planos de Ubicación ALTO VERDE, 2017.....	121
Figura 72. Proceso de Excavación e inicio del segundo anillo con excavadora. Imagen tomada en obra Alto Verde en plena visita, 2017.....	123
Figura 73. Modelación de la excavación con rampa para el primer anillo. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018.	123
Figura 74. Modelación de la excavación con faja transportadora. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018.	124
Figura 75. Excavación con la metodología de conformación de rampa con una excavadora. Imagen tomada en obra Alto Verde en plena visita, 2017.....	124
Figura 76. Cronograma de movimiento de tierras del proyecto ALTO VERDE. Adaptado de Cronograma General del proyecto ALTO VERDE, 2017.....	125

Figura 77. Fachada Principal del proyecto Parque Alameda. -Jesús María. Adaptado de buscador web google, 2017	130
Figura 78. Ubicación del Proyecto Edificio Parque Alameda. Adaptado de Google Maps, 2017	132
Figura 79. Terrenos colindantes vista en planta del proyecto Parque Alameda. Adaptado del plano original del layout logístico, 2017	134
Figura 80. Número de viajes realizados por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017	139
Figura 81. Volumen de material eliminado por día mediante conformación de rampa. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017	139
Figura 82. Grafico circular de los tipos de volquete según capacidad en porcentaje. Adaptado de los datos registrados de la tabla 46 por investigación propia, 2017	140
Figura 83. Gráfico de barras del número de viajes mediante el método de Pasamanos con Banquetas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017.....	142
Figura 84. Volumen diario mediante el método de Pasamanos con Banquetas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017.....	143
Figura 85. Grafico circular de la capacidad en M3 de los tipos de volquete. Adaptado de los datos registrados de la tabla 49 por investigación propia, 2017	143
Figura 86. Eliminación masiva de los sótanos diarios del proyecto Parque Alameda.	146
Figura 87. Rendimiento por anillo del proyecto STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 52 por investigación propia, 2017	151
Figura 88. Rendimiento por anillo del proyecto PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 53 por investigación propia, 2017	152
Figura 89. Rendimiento por anillo del proyecto ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 54 por investigación propia, 2017	154
Figura 90. Rendimiento por anillo del proyecto Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 55 por investigación propia, 2017	155
Figura 91. Excavadora John Deere 350D-LC. Imagen tomada en plena visita al Proyecto Plexus, 2017	167
Figura 92. Excavadora CAT-M315D2. Adaptado del “Excavadora de ruedas M315D2” por CAT, 2019	168
Figura 93. Excavadora KOBELCO-SK350LC. Adaptado del “KOBELCO-SK350LC ACERA MARK 8” por KOBELCO, 2019.....	169

Figura 94. Excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del “Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC” por JCB e imagen tomada del proyecto STELAR, 2019 y 2017 respectivamente	171
Figura 95. Excavadora VOLVO-EW205D. Adaptado del “EW205D Excavadora VOLVO 19,8-21,8 176hp” por VOLVO Construction Equipment e imágenes fotográficas tomadas del proyecto ALTO VERDE, 2019 y 2017	173
Figura 96. Excavadora DOOSAN DX225LC-5. Adaptado del “Excavadoras orugas DX225LC-5/DX235LC-5/DX235NLC-5” por DOOSAN e imagen tomada del proyecto ALTO VERDE, 2017	174
Figura 97. Excavadora CAT-M315D2. Adaptado del “Excavadora de ruedas M315D2” por CAT e imagen tomada del proyecto ALTO VERDE, 2017	175
Figura 98. Excavadora CAT-M322C. Adaptado del “M322C Wheel Excavator” por CAT, 2018	176
Figura 99. Excavadora Hyundai 305LC-7. Adaptado del “Rolex Crawler Excavator 305LC-7” por Hyundai, 2018	177
Figura 100. Dispersión y tendencia lineal del factor frontis (15.00-30.00m). Adaptado de los datos registrados de la tabla 91 por investigación propia, 2017	184
Figura 101. Fórmulas de Interpolación y extrapolación lineal.....	185
Figura 102. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 107 por investigación propia, 2017.....	199
Figura 103. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 108 por investigación propia, 2017.....	199
Figura 104. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 109 por investigación propia, 2017	200
Figura 105. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto PARQUE ALAMEDA. Adaptado de los datos registrados de la tabla 110 por investigación propia, 2017	201
Figura 106. Formula Ratio de Eficiencia.	206
Figura 107. Tendencia de Eficiencia por anillo STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 128 por investigación propia, 2017	217
Figura 108. Tendencia de eficiencia por anillos PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 129 por investigación propia, 2017	218

Figura 109. Tendencia de eficiencia por anillo ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 130 por investigación propia, 2017	219
Figura 110. Tendencia de eficiencia por anillo Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 131 por investigación propia, 2017	220
Figura 111. Mejor y peor alternativa de metodologías. Adaptado de los datos registrados de la tabla 132 por investigación propia, 2017.....	221
Figura 112. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.....	222
Figura 113. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017	223
Figura 114. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.	223
Figura 115. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.	223
Figura 116. Comparativo de eficiencia en base a 4 anillos por metodología. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.....	224
Figura 117. Excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del “Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC” por JCB e imagen tomada del proyecto STELAR, 2019 y 2017 respectivamente	229

1 INTRODUCCION

Desde hace muchos años, el crecimiento poblacional en el Perú ha ido ascendiendo como se puede apreciar en la **tabla 1** y con ello la centralización como se ve en la **tabla 2** del país hacia Lima y sus alrededores originando un crecimiento potencial de la población como se muestra en la **figura 1 y 2**, este hecho generó en ellos la necesidad de comprar o alquilar inmuebles para que vivan o trabajen. En caso de edificaciones con oficinas, esta demanda es abastecida y ofertada por el sector inmobiliario y construcción de edificaciones del país, en esencia el sector privado inmobiliario y de construcción hizo frente a esta situación a través de edificaciones multifamiliares y de oficinas con estacionamientos ubicados en sótanos, es así que hoy en día se observa un crecimiento vertical de las edificaciones con presencia de sótanos para estacionamientos, almacenes, cuarto de máquinas, cisternas, entre otros en edificaciones de Lima metropolitana. Por ejemplo, en la capital se observan edificios como la “Torre Begonias” que está en el distrito de San Isidro, el cual tiene 26 plantas, esta edificación aplicada al alquiler de oficinas cuenta con 8 sótanos, pero existen otros proyectos en Lima con mayores alturas y profundidades por la cantidad de sótanos presentes, por ejemplo, el “Edificio More” que se encuentra ubicado en la Av. Javier Prado, distrito de Santiago de Surco y cuenta con 10 sótanos.

Tabla 1
Población censada, omitida y total de Perú, según censos realizados, 1940-2017

Año	Población		
	Censada	Omitida	Total
1940	6 207 967	815 144	7 023 111
1961	9 906 746	513 611	10 420 357
1972	13 538 208	583 356	14 121 564
1981	17 005 210	757 021	17 762 231
1993	22 048 356	591 087	22 639 443
2007	27 412 157	808 607	28 220 764
2017	29 381 884	1 855 501	31 237 385

Nota: Se ha realizado el desagregado por población censada, omitida y total a partir de los años que se ha realizado, indicando la cantidad de la población. Adaptado de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional” por el INEI, 2017.

Tabla 2
Población inmigrante y emigrante, Lima y Callao entre 1940 a 2017

POBLACIÓN INMIGRANTE Y EMIGRANTE, LIMA Y CALLAO 1940 - 2017 (Migración de toda la vida)		
Año	Inmigrantes	Emigrantes
1940	254 458	36 598
1961	802 399	96 586
1972	1 398 315	155 221
1981	1 818 103	250 126
1993	2 392 014	316 959
2007	3 100 078	545 937
2017	3 404 581	624 179

Nota: Se ha realizado el desagregado por población inmigrante y emigrante a partir de los años que hubo censo, indicando la cantidad de personas censadas. Realizado propio tomado de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional” por el INEI, 2017

Figura 1. Evolución poblacional de inmigrantes en Lima y Callao, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional”, adaptado propio, 2018.

Tabla 3
Población urbana en Lima y Callao entre los años 1940 y 2017

PERU: POBLACIÓN URBANA LIMA Y CALLAO 1940 - 2017 (Migración de toda la vida)	
Año	Población
1940	630 173
1961	1 752 277
1972	3 241 051
1981	4 542 911
1993	6 178 820
2007	8 216 143
2017	9 324 796

Nota: Se ha realizado el desagregado de la población urbana a partir de los años censados, indicando la cantidad de migración de los periodos 1940 al 2017. Adaptado propio según informe nacional “Perú: Perfil Sociodemográfico” por INEI, 2017.

Figura 2. Evolución poblacional urbana en Lima y Callao entre los años 1940 y 2017, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional”, adaptado propio, 2018.

Figura 3. Evolución poblacional censada por sectores de 1981 al 2017, según información de “Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional” por INEI, 2017.

Ahora, contar con proyectos de 8, 9 y hasta 10 sótanos no tiene nada de admirable, pues internacionalmente hay edificaciones mucho más profundas como “La Casa de la Ópera de Sidney” ubicado en Australia y cuenta con 42 m de profundidad destinado a estacionamientos y también podría citarse a la estructura construida por el hombre más profunda del mundo con 2.4 km de profundidad “Jinping Underground Laboratory” ubicado en China; sin embargo, nos encontramos en el Perú. Un factor importante para las excavaciones es la profundidad, el aumento de este en una excavación profunda trae consigo nuevos problemas, por ejemplo, la disminución de la velocidad de eliminación de material, lo cual se refleja en la productividad y eficiencia de la construcción y en los plazos y eficacia de la obra.

En los proyectos con excavaciones es indispensable la aplicación de nuevas tecnologías y sistemas de construcción de acuerdo con el tipo de obra a realizar, sin embargo, existen problemas importantes que dificultan su óptima ejecución: problemas ingenieriles, constructivos, económicos y sociales, los que se harán evidentes durante y posterior a la construcción.

Uno de los grandes problemas, es el estudio y la aplicación de métodos constructivos de eliminación en diferentes profundidades en las zonas urbanas, de acuerdo al tipo de suelo, al área del terreno, frontis y el tipo de proyecto de construcción. Estos métodos constructivos son importantes porque de ello depende el desempeño de la estructura de contención, con el fin de evitar o reducir al mínimo los movimientos de taludes, daños a edificios adyacentes a la excavación, la mejora en la ejecución de la eliminación, reducción de costos de mano de obra, de plazos o tiempos del proyecto, entre otros.

En este trabajo de tesis, se pretende analizar la importancia que tienen las metodologías de eliminación en los edificios de la ciudad de Lima Metropolitana, las metodologías más usadas son: conformación de rampas, conformación de banquetas, método del pasamanos con el uso de banquetas, método de cuchara a cuchara, uso de faja transportadora, uso de baldes basculantes y el sistema de izaje vertical.

Para este estudio se analizará 4 edificaciones multifamiliares y de oficinas ubicadas en los distritos de Lima Metropolitana. Este análisis se limitará a proyectos que presenten áreas entre 700 a 1200 m², a la construcción de 4 a 7 sótanos y que se encuentren ubicados en terrenos confinados provenientes de las zonas características al suelo de Lima, suelo granular tipo grava.

La importancia de este trabajo es asegurar la mejora de los procesos y métodos en excavaciones profundas de edificaciones con ciertas características constructivas en base al estudio del proceso constructivo de excavaciones para la construcción de sótanos de 4 proyectos.

1.1 Antecedentes

En la actualidad, la población en lima metropolitana está en constante crecimiento, y eso trae consigo la necesidad de tener una vivienda que le brinde seguridad: física, empleo, moral, familiar, salud y sobre todo sea privado como lo indica en la pirámide de Maslow en la **figura 4**, además existe la necesidad de aprovechar al máximo las disponibilidades del suelo urbano, debido a que la escasez y el valor del suelo se han incrementado cada año debido a las inversiones públicas, cambios en la normativa y acciones externas como se aprecian en las **figuras 5 y 6**. También existe un déficit habitacional cuantitativo de viviendas en base a las nuevas necesidades de la población como se aprecia en la **tabla 5 y figura 7**. Por ello, las inmobiliarias hoy en día aprovechan al máximo el suelo tanto en altura como en profundidad,

a fin de satisfacer la máxima demanda de población y de autos, esta exigencia es cubierta a través de edificios de oficinas y viviendas multifamiliares más altos con áreas de viviendas más distribuidas y pequeñas como se indican en la *figura 8 y tabla 6*; y a través de la construcción de estacionamientos ubicados debajo del suelo.

Figura 4. Pirámide de Maslow. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

Figura 5. Valor del suelo. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

EVOLUCIÓN VALOR DEL SUELO

Figura 6. Evolución del valor del suelo del 2010 al 2014. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

Tabla 4
Precios de terrenos en Lima Metropolitana.

PRECIOS DE TERRENOS EN LIMA METROPOLITANA					
Lima top (valores en US\$/m2)					
	2010	2011	2012	2013	2014
Miraflores	1,688	1,930	2,803	3,378	3,477
San Isidro	1,394	2,044	2,081	2,845	3,026
La Molina	500	553	914	1,058	1,232
Santiago de Surco	895	1,385	1,258	1,778	1,721
San Borja	1,430	1,518	1,528	2,154	2,309
Tasa de crecimiento					
	2010	2011	2012	2013	2014
Miraflores	41%	14%	45%	21%	3%
San Isidro	-1%	47%	2%	37%	6%
La Molina	16%	11%	65%	16%	16%
Santiago de Surco	-5%	55%	-9%	41%	-3%
San Borja	63%	6%	1%	41%	7%
FUENTE: URBECORP					

Nota: Se ha realizado el desagregado de los distritos de Lima Top por los años, indicando el valor en dólares por m2 y el porcentaje de la tasa de crecimiento. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

Tabla 5
Déficit número de viviendas y número de hogares

DEPARTAMENTO	VIVIENDAS Y NÚMERO DE HOGARES						DEFICIT
	TOTAL	1	2	3	4	5	
		HOGAR	HOGARES	HOGARES	HOGARES	HOGARES	
PERÚ	7698900	7296338	296743	75067	20985	9767	548,900
AMAZONAS	102,407	98,623	3,003	536	145	100	4,910
ANCASH	295,899	282,188	10,731	2,219	539	222	17,674
APURIMAC	120,548	116,493	3,060	696	193	106	5,455
AREQUIPA	381,388	349,337	23,403	6,208	1,751	689	43,828
AYACUCHO	173,344	164,433	6,482	1,719	512	198	12,248
CAJAMARCA	376,223	362,681	9,743	2,500	807	492	19,132
CALLAO	244,820	229,381	11,235	3,008	826	370	21,209
CUSCO	323,572	302,674	14,201	4,311	1,506	880	30,861
HUANCAVELICA	102,996	100,629	1,883	360	88	36	3,011
HUANUCO	189,813	180,284	6,799	1,836	579	315	13,468
ICA	221,679	209,252	9,568	2,103	530	226	16,268
JUNIN	324,075	305,098	14,060	3,665	901	351	25,497
LA LIBERTAD	441,862	417,408	18,730	4,295	1,031	398	32,005
LAMBAYEQUE	289,969	275,623	10,945	2,494	653	254	18,908
LIMA	2,418,047	2,282,569	95,828	27,457	8,228	3,965	191,286
LORETO	189,526	184,051	4,256	898	217	104	7,119
MADRE DE DIOS	39,381	37,911	1,117	226	78	49	1,999
MOQUEGUA	56,457	54,376	1,729	271	56	25	2,539
PASCO	63,938	60,245	2,682	680	205	126	5,161
PIURA	469,272	449,762	16,344	2,600	444	122	23,364
PUNO	386,671	365,570	15,782	3,954	978	387	28,172
SAN MARTIN	210,790	201,914	6,808	1,479	372	217	11,750
TACNA	97,545	92,085	4,349	860	184	67	6,889
TUMBES	60,902	59,478	1,205	180	31	8	1,690
UCAYALI	117,776	114,273	2,800	512	131	60	4,457

Nota: Se ha realizado el desagregado de viviendas y números de hogares por departamento indicando el déficit de cantidad de viviendas. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

Figura 7. Déficit habitacional cuantitativo del 2007 al 2017. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019

Figura 8. Oferta mobiliaria en Lima metropolitana. Adaptado de “Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020” por CAPECO y BBVA Research, 2019

Tabla 6
Estudio de ventas y oferta por área de vivienda en Lima Metropolitana

Área de Vivienda	Venta de Viviendas	Ventas/ Oferta Lima Total
Hasta 40 m2	545	38%
41 m2 a 50 m2	1,004	40%
51 m2 a 60 m2	2,377	51%
61 m2 a 70 m2	2,571	48%
71 m2 a 80 m2	3,365	63%
81 m2 a 100 m2	2,446	60%
101 m2 a 120 m2	1,100	68%
121 m2 a 150 m2	1,091	87%
151 m2 a 200 m2	625	80%
201 m2 a 300 m2	203	64%

Nota: Se ha realizado un estudio desagregando el área de vivienda por la venta de viviendas, indicando la cantidad de estas y el porcentaje de ventas y oferta de Lima. Adaptado de “CAPECO/Estudio de edificaciones en Lima Metropolitana” por Arq. Rodolfo Santa María, 2019.

En la ciudad de Lima se ha venido desarrollando un sin números de edificaciones con sótanos: multifamiliares, centros comerciales, clínicas, Instituciones Educativas, Oficinas, entre otros; con el fin de ver la tendencia de los sótanos en edificaciones de lima metropolitana, se hizo una investigación y recopilación de 41 proyectos ver **tabla 7**, identificándose al proyecto Multifamiliar Costanera con la menor cantidad de sótanos “3” destinados a estacionamientos y en el top al Edificio More ubicado en Surco con 10 sótanos destinados también a estacionamientos. A continuación, se presenta el cuadro informativo de diversos proyectos en lima metropolitana con la mayor presencia de sótanos, con su ubicación y número de pisos respectivo.

Tabla 7
Proyectos existentes con mayor cantidad de sótanos.

Proyecto	Cliente	Dirección	Distrito	Pisos	Sótanos
Edificio More	Inmobiliari S.A.	Av. Javier Prado Este 455, Urb. Del Club Golf Los Incas	Santiago de Surco	24	10
Edificio Lit One	Grupo Livit	Av. José Pardo 434-440-450-460	Miraflores	17	8
Edificio Alberto del Campo	De Vicente Constructora SAC	Calle Alberto del Campo	Magdalena del Mar	12	7
Edificio Terraza	Grupo ICCGSA	Cruce de Av. San Felipe y Calle Inca Ripac	Jesus Maria	20	5
Multifamiliar Costanera 1	HV Contratistas	Av. La Paz 1270	La Perla	16	3
C.C. Mall del Sur	Corporacion EW	Av. Pedro Miotta 1010	SJM	4	3
Edificio Beehive	Torre Azul Constructora	Av. Arenales 1912 / Av. Canevaro 119	Lince	20	7
Edificio ACPB Británico	JE Constructores	Jr. Río de la Plata 150 – 160	San Isidro	7	6
Edificio Boem	Edifica Constructores	Calle San Martín 689	Barranco	15	5
Centro Empresarial Securitas	C&J	Av. El Polo 843, urbanización el Derby	Santiago de Surco	5	7
Universidad del Pacífico	UP	Jr. General Luis Sánchez cerro n° 2050	Jesus Maria	7	5
Tiendas Oeschle	Salva Montajes	Pj. Los pinos n° 140	Miraflores	4	4
Multifamiliar El Ejército	Hispano Peruanos Construcciones	Av. Del Ejército 280	Magdalena del Mar	15	4
Torre 3	HV Contratistas	Av. De Las Artes y Las Calles Ucello, Carpaccio y Morelli	San Borja	12	8
Torre Banco de la Nación	Cosapi S.A.	Av. Javier Prado Este 2479	San Borja	30	4
C.C. Real Plaza Salaverry	J.J.C. Contratistas Generales S.A.	Av. Salaverry 2370	Jesus Maria	5	4
Torre BBVA Continental	J.J.C. Contratistas Generales S.A.	Av. Republica de Panama 3055	San Isidro	18	4
Hotel Westin Libertador	Graña y Montero	Calle las Begonias 450	San Isidro	26	4
Hotel Marriot & Stellaris Casino	Graña y Montero	Malecon de la Reserva 615	Miraflores	25	5
Panorama Plaza de Negocios	Graña y Montero	Av. Javier Prado Este 555	Santiago de Surco	19	9
Oficinas Rivera Navarrete	Graña y Montero	Av. Ricardo Rivera Navarrete 495	San Isidro	18	9
Centro Empresarial Leuro	Graña y Montero	Av. Benavides Cuadra 8	Miraflores	17	8
Clinica San Felipe S.A.	Graña y Montero	Av. Gregorio Escobedo 650	Jesus Maria	8	6
Clinica Ricardo Palma	Graña y Montero	Av. Javier Prado Este 1066	San Isidro	12	6
Gran Teatro Nacional	Graña y Montero	Av. Javier Prado Este 2225	San Borja	7	4
Torre Begonias	Constructora AESA	Calle las Begonias 415	San Isidro	26	8
Torre Rimac	Constructora AESA	Interseccion Av. Javier Prado y Paseo de la Republica	San Isidro	38	8
Torre Parque Mar	Graña y Montero	Av. Jose Larco 1310	Miraflores	25	5
Edificio Real 1	Graña y Montero	Victor Andres Belaunde N°147 - Vía Principal 123 / Vía Rea	San Isidro	13	4
Edificio Real 3	Graña y Montero	Victor Andres Belaunde N°147 - Vía Principal 155 / Vía Rea	San Isidro	14	4
Edificio Real 4	Graña y Montero	Av. Victor Andres Belaunde N°147 - Vía Principal 102	San Isidro	8	4
Edificio Real 5	Graña y Montero	Av. Victor Andres Belaunde N°147 - Vía Principal 110	San Isidro	13	3
Edificio Real 6	Graña y Montero	Av. Victor Andres Belaunde N°147 - Vía Principal 140	San Isidro	7	3
Edificio Real 8	Graña y Montero	Av. Santo Toribio 123 - Vía Central 125	San Isidro	16	4
Edificio Real 10	Graña y Montero	Av. Victor Andres Belaunde N°147	San Isidro	7	4
Centro de Negocios Cronos		Av. El Derby N°055	Santiago de Surco	10	4
Proyecto Residencial Golf Millenium Torre 1	Graña y Montero	Av. Aurelio Miró Quesada	San Isidro	18	5
Proyecto Residencial Golf Millenium Torre 2	Graña y Montero	Av. Aurelio Miró Quesada	San Isidro	24	5
Proyecto Residencial Golf Millenium Torre 3	Graña y Montero	Av. Aurelio Miró Quesada	San Isidro	28	5
Proyecto Residencial Golf Millenium Torre 4	Graña y Montero	Av. Aurelio Miró Quesada	San Isidro	24	5
Centro Comercial Larco Mar	Graña y Montero	Malecón de la Reserva 610	Miraflores	3	4

Nota: Detalle de las edificaciones con mayor cantidad de sótanos y crecimiento vertical. Adaptado de información de las constructoras vía internet por investigación propia, 2018.

Como se puede apreciar en la **tabla 7**, se han realizado y están en ejecución proyectos de diferentes finalidades que pueden llegar a superar los 4 niveles de profundidad. Para tener una mejor apreciación de que distrito tiene mayor presencia de estas edificaciones con mayor cantidad de sótanos que se refleja en la **figura 9**.

Figura 9. Distribución con mayor cantidad de sótanos, elaboración propia adaptado de la tabla 1, 2018.

El distrito de San Isidro es considerado el centro financiero de Lima, además de ser uno de los distritos de mayor cantidad de edificaciones de gran altura. La **figura 9** demuestra que concuerda con lo que uno ve a diario al pasar por dicho distrito, que es la ciudad donde se presenta mayor cantidad de construcciones verticales siendo un 46% de las edificaciones que se han recolectado data, como segundo lugar se tiene al distrito de Miraflores y tercero al distrito de Santiago de Surco con Jesús María.

La tendencia de estas edificaciones con excavaciones profundas para la construcción de sótanos es notoria y ha contribuido a la aplicación y supervisión de nuevas metodologías para las excavaciones o en algunos casos el uso de más de una metodología de edificación, dependiendo el área del terreno, cantidad de sótanos y el estado del suelo que se presente.

Se ha realizado distintos estudios de ingeniería para una mejor gestión y producción en las excavaciones profundas, en algunos casos el uso de controles estadísticos presentado por la empresa Graña y Montero de su Concurso Corporativo de Papers del 2014 realizada por Cucho (2014) donde expresa que:

Toda gerencia de proyectos de construcción requiere conocer si los procesos constructivos llevados a cabo están bajo control; esto quiere decir que su rendimiento

se encuentra dentro de los límites especificados, que no existan por flujo, que los costos estén dentro de lo previsto, etc.

En otras investigaciones de carácter internacional, el uso de nuevas aplicaciones, técnicas y metodologías es de un alto nivel de investigación, con dos finalidades muy fundamentales que aportan al sector de la construcción. La que se tiene en un primer caso es del control de riesgo, realizada por la Asociación Chilena de Seguridad en el 2016, en la que pone en énfasis los peligros que se presentan en una excavación, algo muy importante hoy en día ya que nuestro sector presenta uno de los mayores índices de accidentes en el País, así como en Chile. La investigación chilena cita “Todo trabajo de excavación produce un desequilibrio en la estabilidad del terreno, lo que puede producir hundimiento o deslizamiento y que, a su vez, genera accidentes graves o mortales debido al riesgo de sofocación o aplastamiento de los trabajadores.” (Videla, 2017)

Según el Ministerio de Trabajo y Promoción del empleo, Ogetic, oficina estadística el sector de la construcción e inmobiliaria, después de las industrias manufactureras, presentan los mayores índices de accidentes no mortales en Lima metropolitana ver *tabla 8, figura 10, tabla 9 y figura 11*, pero, el sector construcción al 2018 si ocupa el top de accidentes mortales con mayor presencia en Lima metropolitana ver *figura 12 y tabla 10*.

Tabla 8
Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según forma de accidente

PERÚ

NOTIFICACIONES DE ACCIDENTES DE TRABAJO POR MESES, SEGÚN FORMA DEL ACCIDENTE
2018

FORMA DEL ACCIDENTE	MESES												TOTAL	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ABSOLUTO	%
AGRESIÓN CON ARMAS	15	5	15	10	11	15	9	8	13	9	6	3	119	0,59
APRISIONAMIENTO O ATRAPAMIENTO	48	55	82	61	77	55	46	48	48	149	136	165	970	4,82
ATROPELLAMIENTO POR ANIMALES	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	5	0,02
ATROPELLAMIENTO POR VEHÍCULOS	3	2	4	5	4	7	5	4	1	6	4	6	51	0,25
CAÍDA DE OBJETOS	83	101	103	65	147	72	73	71	81	132	141	202	1 271	6,31
CAÍDA DE PERSONAL DE ALTURA	38	53	75	40	72	53	45	40	27	80	118	136	786	3,90
CAÍDA DE PERSONAS A NIVEL	144	127	171	109	127	137	144	134	134	173	194	186	1 780	8,84
CAÍDA DE PERSONAS AL AGUA	1	-	-	4	2	1	-	4	-	-	3	-	15	0,07
CHOQUE CONTRA OBJETO	21	40	30	34	44	29	40	31	32	73	73	65	512	2,54
CHOQUE DE VEHÍCULOS	17	2	2	2	1	5	2	2	4	4	4	7	52	0,26
CONTACTO CON CALOR	7	3	3	6	7	9	7	5	7	11	13	9	87	0,43
CONTACTO CON ELECTRICIDAD	4	4	7	7	2	4	1	2	11	17	9	13	81	0,40
CONTACTO CON FRÍO	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	0,01
CONTACTO CON FUEGO	2	2	-	1	2	2	1	-	2	3	6	4	25	0,12
CONTACTO CON MATERIAS CALIENTES O INCANDESCENTES	15	10	10	6	10	6	9	18	10	20	18	8	140	0,70
CONTACTO CON FLAGELICIDAS	-	-	2	1	2	-	-	-	-	6	1	2	14	0,07
CONTACTO CON PRODUCTOS QUÍMICOS	12	24	21	14	23	18	27	25	17	35	26	44	286	1,42
DERRUMBES O DESPLOMES DE INSTALACIONES	1	6	4	9	1	2	5	2	4	12	16	20	82	0,41
ESFUERZOS FÍSICOS O FALSOS MOVIMIENTOS	104	110	142	88	122	108	86	114	73	166	228	368	1 709	8,49
EXPLOSIÓN O IMPLOSIÓN	2	3	4	3	5	1	2	6	8	2	4	7	47	0,23
EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS	4	9	8	10	9	8	5	3	9	12	15	19	111	0,55
EXPOSICIÓN A RADIACIONES IONIZANTES	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	3	0,01
EXPOSICIÓN A RADIACIONES NO IONIZANTES	-	-	1	-	-	-	2	-	-	1	4	1	9	0,04
EXPOSICIÓN AL CALOR	1	3	4	2	2	4	2	3	2	3	1	3	30	0,15
EXPOSICIÓN AL FRÍO	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,00
FALLA EN MECANISMOS PARA TRABAJOS HIPERBÁRICOS	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1	1	-	4	0,02
GOLPES POR OBJETOS (EXCEPTO CAÍDAS)	213	159	200	185	271	227	214	197	167	274	279	320	2 706	13,44
INCENDIO	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	2	1	6	0,03
MORDEDURA DE ANIMALES	6	8	3	3	5	2	5	7	3	10	7	7	66	0,33
PISADAS SOBRE OBJETO	26	19	25	23	17	18	15	15	21	41	28	30	278	1,38
OTRAS FORMAS	419	385	345	321	569	1 004	957	798	837	1 070	961	1 188	8 884	44,13
TOTAL	1 187	1 132	1 262	1 010	1 562	1 789	1 702	1 548	1 512	2 312	2 301	2 815	20 132	100,00

Nota: Se ha desagregado los meses y las formas del accidente del año 2018, indicando la cantidad y el total de cada mes. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

Figura 10. Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según forma de accidente. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

Tabla 9
Accidentes de Trabajo no mortales por meses año 2018, según Actividad Económica

ACTIVIDAD ECONÓMICA	MESES												TOTAL	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ABSOLUTO	%
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SILVICULTURA	23	12	12	16	19	14	23	11	25	22	20	21	218	1,08
PESCA	4	2	2	2	15	19	18	4	14	12	9	13	114	0,57
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	146	100	116	150	219	160	213	182	160	183	169	195	1993	9,90
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	181	254	288	163	338	369	368	298	296	651	555	748	4 509	22,40
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	3	5	9	3	9	9	9	6	9	8	8	13	91	0,45
CONSTRUCCIÓN	154	140	157	114	164	228	169	175	148	219	273	265	2 206	10,96
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR, REP. VEHÍC. AUTOM.	115	95	132	90	147	171	205	160	150	260	245	347	2 117	10,52
HOTELES Y RESTAURANTES	31	26	21	26	26	61	36	46	36	74	59	61	503	2,50
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	101	95	120	84	157	167	144	136	162	246	288	316	2 016	10,01
INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	1	3			1	1	1		2	2	3	7	21	0,10
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	194	190	209	176	277	301	290	275	275	346	397	478	3 408	16,93
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA	67	50	46	40	38	63	41	52	47	55	61	66	626	3,11
ENSEÑANZA	2	6	9	2	5	3	2	11	4	4	8	18	74	0,37
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	100	96	73	94	61	112	95	93	98	77	63	114	1 076	5,34
OTRAS ACTIV. SERV. COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	65	58	68	50	86	111	88	99	86	153	143	153	1 160	5,76
TOTAL	1 187	1 132	1 262	1 010	1 562	1 789	1 702	1 548	1 512	2 312	2 301	2 815	20 132	100,00

Nota: Se ha desagregado los meses y las formas del accidente del año 2018, indicando la cantidad y el total de cada mes. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

Figura 11. Accidentes de Trabajo no mortales año 2018, según Actividad Económica. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

*Tabla 10
Accidentes de Trabajo mortales por meses año 2018, según Actividad Económica*

ACTIVIDAD ECONÓMICA	MESES												TOTAL	
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ABSOLUTO	%
AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SILVICULTURA	1	-	-	1	-	-	1	-	2	-	-	1	6	4,00
PESCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,67
EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS	1	1	1	5	2	2	1	2	2	1	2	-	20	13,33
INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	-	1	-	-	-	6	3	-	-	3	3	1	17	11,33
SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	-	-	1	1	1	-	-	-	-	1	1	2	7	4,67
CONSTRUCCIÓN	1	2	2	5	1	2	1	4	1	2	3	2	26	17,33
COMERCIO AL POR MAYOR Y AL POR MENOR, REP. VEHÍC. AUTOM.	1	-	-	2	-	1	-	3	2	-	-	1	10	6,67
HOTELES Y RESTAURANTES	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	1,33
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	2	3	2	-	1	3	2	4	1	2	1	4	25	16,67
INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	-	-	-	-	-	-	1	1	-	1	1	-	4	2,67
ACTIVIDADES INMOBILIARIAS, EMPRESARIALES Y DE ALQUILER	-	4	-	-	-	4	-	1	-	1	2	2	14	9,33
ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA	1	1	-	-	2	-	3	-	-	1	3	1	12	8,00
ENSEÑANZA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,67
SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0,67
OTRAS ACTIV. SERV. COMUNITARIOS, SOCIALES Y PERSONALES	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	4	2,67
TOTAL	8	13	6	14	7	18	12	15	8	14	19	16	150	100,00

Nota: Se ha desagregado los meses y las formas del accidente del año 2018, indicando la cantidad y el total de cada mes. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

Figura 12. Accidentes de Trabajo mortales año 2018, según Actividad Económica. Adaptado de “Anuario estadístico sectorial 2018” por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo/OGETIC/Oficina Estadística, 2018.

En otras investigaciones internacionales se tiene el uso de metodologías para la identificación de Ratios para excavaciones profundas. La primera es una Tesis de la ciudad de Bogotá en la que usan la metodología BIM para las actividades de excavación, cimentación, estructura, mampostería, pañete y pintura; determinando a partir de este las cantidades de obra necesarias en un presupuesto de costos directos obteniendo así un modelo paramétrico en 3D, llegando a resultados poco favorables, pero con recomendaciones que aún es propio de su evaluación. En España una tesis doctoral emplea el uso de una nueva metodología, basándose en un método espectral estocástico para la identificación de ratios en la que redacta que:

La metodología se basa en la combinación de la inferencia bayesiana y los elementos finitos estocásticos no intrusivos (SFEM). Los SFEM permiten manipular las ratios como variables aleatorias y la inferencia bayesiana explica como actualizar el conocimiento inicial de las ratios a la luz de las observaciones. (...) La metodología permite determinar, a un coste numérico razonable, en condiciones de servicio, los valores más verosímiles de las ratios junto con su fiabilidad, así como la sensibilidad del método de las variaciones de las diferentes ratios.” (Cañavate, 2014)

En esta tesis se describen los distintos métodos de eliminación de material excavado, que suelen ser usados en obras con sótanos y que son parte de la partida de movimiento de tierras. Estos métodos serán analizados en 4 edificaciones multifamiliares y de oficinas ubicados en Lima metropolitana mediante factores, como la profundidad a excavar, el suelo, el frontis, los rendimientos técnicos obtenidos insitu y la metodología basada en rendimientos promedios obtenidos y ajustados por un juicio de expertos a nivel profesional y técnico. Finalmente, contemplando las limitaciones del análisis y el alcance de la investigación, los factores se analizarán y relacionarán para obtener ratios de eficiencia que nos permitan identificar las mejores alternativas de eliminación a usar en próximas edificaciones con sótanos. Considerar que este análisis y toma de decisiones son traducidos en ratios que se establecen con fines de apoyo y asesoramiento a empresas o profesionales y que nacen porque el RNE, norma peruana, reformas, entre otros no establecen criterios o medidas para la toma decisiones en obra, procedimientos de trabajo, elección de maquinaria, entre otros.

1.2 Justificación

En este subcapítulo se redactará como se fue desarrollando el proceso de la determinación del problema y de la hipótesis en nuestro proyecto de tesis, ya que de esto depende el inicio del desarrollo del Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Como primer punto se va tratar de la realidad problemática donde se explicarán los acontecimientos que han sucedido y los cambios que se ha desarrollado frente a las nuevas metodologías de excavaciones profundas; y técnicas que se han realizado frente a los cambios en la construcción.

En otro punto se va a desarrollar la formulación del problema, la que se va a argumentar en base al subcapítulo de la realidad problemática y determinando las deficiencias que se tienen en el proceso de eliminación en todo proyecto de edificación que plantea un principal problema que es la falta de control de la eficiencia en la actividad de eliminación de material existente.

Además, logrando los dos puntos anteriores, se va a llegar el planteamiento de la hipótesis, de las que se determinará una posible solución para un buen control de la eficiencia de la actividad de eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos a fin de

generar mayor rentabilidad en los proyectos y por consiguiente generar mayor inversión en la construcción de este tipo de edificaciones.

1.2.1 Realidad Problemática

Actualmente el Perú y sobre todo Lima atraviesa una etapa de incremento de población, la escasez de suelo, el déficit de viviendas, estos y otros factores han generado la posibilidad de obras civiles nuevas como torres empresariales y edificaciones residenciales de gran altura con más de 4 sótanos que se van a construir en la ciudad de Lima, esto debido al parque automotor en aumento, ya que diferentes estudios muestran el déficit de estos ambientes. Si bien es cierto existe un gran número de espacios públicos destinados a estacionamientos, existe un perjuicio mutuo entre ambos tipos de edificaciones, ya que, ante un posible renacimiento del boom inmobiliario, el número de estacionamientos ocupados por clientes empresariales será reducido ante una mayor cantidad de habitantes de la zona y viceversa.

Además, Eduardo Morales (2014), gerente general de control Parking, menciona que en ningún lugar de Lima se ha cubierto la demanda de estacionamientos debido a que los terrenos para parqueo de autos se han utilizado para la construcción de edificios. Esta situación es más crítica en las zonas del sector A y B como San Isidro ver *figura 9*, en las cuales existe una demanda importante de lugares de estos tipos de espacios.

Como solución a los escenarios mostrados, es inminente la construcción de estos espacios en las nuevas edificaciones y debido a la escasez de espacios horizontales, sobre todo en los sectores de alta demanda es imprescindible el aprovechamiento de espacios verticales. Por ello, edificaciones con 4 sótanos a más cada vez se vuelven más cotidianos en nuestra ciudad, ya sea por la demanda demográfica o aprovechar al máximo el suelo urbano.

La ejecución de sótanos implica una de las partidas con mayor relevancia en la construcción de un edificio, la cual es el movimiento de tierras, esta partida es de gran relevancia por el gran porcentaje de incidencia en el costo de una obra, así como en los tiempos contractuales, generando un gran impacto en la línea base de una obra de esta envergadura. En torno a las mejoras de los tiempos de productividad, optimización de rendimiento de operarios y maquinarias, reducción de tiempos y costos y mayor calidad. Esta partida contiene las principales actividades de excavación masiva y eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos. En diversos tipos de proyectos se tiene conocimiento que esta actividad

cuenta con más de un método, que es limitado por el área del terreno, tipo de suelo, maquinaria, cantidad de sótanos, frente de trabajo o frontis, entre otros. Lo que conlleva a tener mayor uso de maquinaria, incremento del costo en obra, presencia de tiempos muertos, problemas legales, cambios en la planificación, es decir, se incrementa la complejidad del desarrollo de la excavación profunda de sótanos. Por ello, se evalúan a usar distintos métodos, sin embargo, no se cuenta con un análisis o evaluación de métodos existentes que nos rijan o estén establecidos en el RNE como guía a fin de tener rendimientos óptimos en la actividad de eliminación de material existente ubicado en la partida de movimiento de tierras. En este caso se plantea el análisis de 3 edificaciones multifamiliares y 1 de oficinas que cuentan con sótanos en su diseño. Esto se realiza con la finalidad de plantear ratios de eficiencia, que son obtenidos mediante el análisis de los factores: frontis, rendimiento técnico, metodología y profundidad presenten en cada proyecto. El problema que se presenta con el uso de diversas métodos de eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos es que por ser diferentes y ser aplicados en diferentes tipos de proyectos con diferentes alturas, tipos de suelo, dimensiones del terreno, no existe una estandarización, ni mucho menos registros de ratios que sirvan de guía o de información de entrada para la planificación de un proyecto con sótanos y para el control del proyecto en la actividad de eliminación de material existente de la partida de movimiento de tierras.

1.2.2 Formulación del Problema

Cuando se realiza el proceso de excavación masiva y eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos destinados para estacionamientos en un proyecto, se usan distintos métodos de eliminación, los cuales se plantean de acuerdo al área del terreno, tipo de suelo, niveles de sótanos, frontis del terreno, cronograma de actividades, maquinaria a disposición, entre otros, estos factores deberían analizarse y relacionarse entre sí para obtener ratios de eficiencia, de acuerdo a la profundidad de la excavación, con el propósito de controlar el proyecto en la actividad de excavación y eliminación de material existente. En el país no existe una guía técnica, norma o reglamento que nos permitiera aportes en la planificación y control para la eliminación de material con diferentes métodos a distintas profundidades.

Si se tuviera un ratio de eficiencia para definir de manera clara y concisa las alternativas de excavación masiva y métodos de eliminación de material existente, los cuales son:

conformación de rampas, conformación de banquetas, método de pasamanos con el uso de banqueta, método de cuchara a cuchara, uso de faja transportadora, uso de baldes basculantes y sistema de izaje vertical se tendría una mejor decisión en la planificación, elección de equipos, método a usar, control del proyecto, supervisión del proyecto, elección de contratista, entre otros.

1.2.3 Hipótesis

Se ha mencionado en líneas anteriores la necesidad de contar con espacios verticales destinados a estacionamientos, debido a la escasez de espacios horizontales y el valor del suelo. También, a través de una paper peruano publicado por la empresa Graña y Montero el enfoque y las consideraciones de la gerencia de proyectos en actividades de excavaciones y eliminaciones de material. Además, una fuente chilena muestra la importancia de la seguridad en una excavación y eliminación de material. Asimismo, mediante una tesis doctoral española se evidencia la importancia de métodos para la formulación de ratios. También, se hizo mención a través de una Tesis colombiana la importancia de la metodología BIM en una excavación, estas perspectivas aportan mucho para un óptimo análisis de las metodologías de eliminación de material, pero necesitan limitaciones para un estudio estricto de los casos, a fines de obtener mejores resultados de investigación.

Por ello nosotros hemos planteado la necesidad de formular y aplicar ratios de eficiencia, que son definidos a través del análisis y relación de los siguientes factores: el rendimiento técnico insitu, la metodología basada en rendimientos planteados y delimitados por un juicio de expertos de profesionales y técnicos, el frontis o frentes del proyecto y la profundidad de excavación. De esta manera esta investigación permitirá tener una mejor planificación y control a corto y largo plazo y sincerados en mayor medida. Este resultado se verá reflejado en el porcentaje de cumplimiento de actividades planificadas en la ejecución de muros anclados, ya que se sincerará la capacidad de eliminación de material de acuerdo a las características y avance del proyecto.

Asimismo, se debería de aplicar lo mismo durante la eliminación de material en otras partidas a fin de generar impactos costo-tiempo positivos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivos Generales

El Objetivo general de esta tesis es de brindar y determinar ratios de eficiencia para el correcto uso y mejoramiento de las excavaciones masivas y eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos en edificaciones en los distritos de Lima Metropolitana que presentan un suelo granular grueso. Esta propuesta se realiza a partir de factores que influyen considerablemente en la construcción de sótanos que son: rendimiento, frontis, metodología y profundidad para que se puedan aplicar para cualquier tipo de proyecto con las mismas características mencionadas.

De acuerdo con el desarrollo de esta investigación se abordarán los siguientes objetivos específicos que se pueden presentar en la aplicación de metodologías de eliminación.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a. Definir y analizar las alternativas de excavaciones masivas y de eliminación de material existente durante la ejecución de sótanos usados actualmente en la construcción de 4 edificaciones ubicados en los distritos que presenten un suelo granular en Lima Metropolitana.
- b. Mostrar y establecer los factores intrínsecos más importantes de la excavación y eliminación de material existente de los 4 casos de estudios, analizando sus curvas de eliminación de material real, juicios de expertos e información innata de los proyectos que reflejan la producción real y teórica de los casos.
- c. Estandarizar el proceso de las excavaciones mediante factores según las características, la producción, sistema de excavación y eliminación de material existente de los casos de estudio y un juicio de expertos.
- d. Identificar las ratios de eficiencia mediante el análisis y evaluación de los factores presentes en la excavación masiva y eliminación de material de la partida de movimiento de tierras durante la ejecución de sótanos de los 4 casos de estudio.
- e. Impulsar una propuesta de mayor eficiencia y rentabilidad con respecto a la eliminación de material masiva en determinadas edificaciones que presenten características similares a los 4 casos de estudio de acuerdo a los factores analizados.

1.4 Alcance y Metodología

El alcance de este trabajo es el análisis del movimiento de tierras en edificaciones para construcciones de 4 a más sótanos y que se puede reflejar con la siguiente pregunta ¿Cómo son las técnicas de las excavaciones y su eliminación de acuerdo con la profundidad?

La investigación analizará las distintas alternativas de los métodos de eliminación de material de acuerdo con 4 características principales de cada proyecto como el frontis, cantidad de anillos de excavación, metodologías y rendimientos de eliminación, también analizará otras características no menos importantes como el área del terreno, cantidad de sótanos, la ubicación del proyecto, entre otros factores que afecten en el movimiento de tierras.

Para el desarrollo de esta propuesta de investigación, se realizará un estudio y análisis técnico de cuatro edificios que tienen en su diseño 4 - 7 sótanos y/o anillos de excavación y 4 anillos y/o sótanos en común, que refleje las características en el proceso constructivo y las ventajas de usar ciertos métodos para la eliminación del material.

Analizaremos las diferentes alternativas de eliminación de material en la ejecución de las partidas de movimiento de tierra y sostenimiento de terreno utilizadas en 4 proyectos ubicados en los distritos de Barranco, San Miguel, Pueblo Libre y Jesús María de la provincia de Lima las que hemos investigado y se obtuvo como las más usadas los siguientes métodos:

- a. Conformación de Rampas
- b. Conformación de Banquetas
- c. Sistema de pasamanos con uso de banquetas
- d. Uso de faja transportadora

En esta investigación se pretende desarrollar ratios a través del estudio de los métodos de eliminación de material y los factores que afectan esta actividad, de tal manera que den soporte al proceso de excavaciones de pequeña y gran profundidad en diferentes entornos (Civil, académico y en centros de investigación público o privado) de Lima Metropolitana. Las metodologías estudiadas y evaluadas en diferentes proyectos deben proveer características y herramientas tecnológicas de información que den soporte al trabajo colaborativo y eficiente en obra.

Por último, es importante considerar que esta investigación está basada en el análisis de 4 proyectos y que, para un proyecto con alguna característica diferente, a las que se ha estudiado y utilizado podría variar la aplicación de la propuesta o el uso de los ratios.

2 MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se describirá más a detalle sobre las características generales del proceso de excavación, que se iniciará con los conocimientos básicos sobre los tipos de excavaciones, las medidas de seguridad, los tipos de métodos de eliminación, el proceso constructivo de estos métodos de excavación masiva se resaltarán las que mayormente son usadas en el Perú, sobre todo en Lima Metropolitana que presentan un suelo granular grueso. Las metodologías de excavación profunda más utilizadas y conocidas son las siguientes:

- a. Conformación de rampas
- b. Conformación de banquetas
- c. Método del pasamanos con el uso de banquetas
- d. Método de cuchara a cuchara
- e. Uso de faja transportadora
- f. Uso de baldes basculantes y sistema de izaje vertical

2.1 Excavaciones

2.1.1 Definición

La excavación es la actividad necesaria para el movimiento y extracción de materiales del suelo o terreno, con la finalidad de llegar a un nivel de desplante de cimentación; la rasante en la construcción de un camino o el fondo de una zanja para alojar una tubería. Es un proceso de desalojo de tierras que superan los 2.5 m de profundidad y se realizan de manera manual o con maquinaria.

La ejecución de esta actividad dependerá principalmente de la clase de suelo independiente de su naturaleza o de sus características físico-mecánicas, dentro o fuera de los límites de construcción. Su ejecución incluye las operaciones de nivelación y evacuación del material removido a su lugar de disposición final.

2.1.2 Tipos de Excavaciones

Las excavaciones Profundas se van a clasificar según el tipo de proyecto u actividad que se piensa realizar que son las siguientes (Ver **Figura 13**):

- a. Excavaciones en Zanjas
- b. Excavaciones Masivas
- c. Excavaciones en Pozo

Figura 13. Tipos de Excavaciones Profundas, Excavaciones en zanjas, excavaciones masivas y excavaciones en pozos, respectivamente por sitio web google, 2017

2.1.2.1 Excavaciones en zanjas

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno, como se puede visualizar en la **Figura 14**, y se utiliza para instalar tuberías subterráneas de aguas, electricidad o gas o para construcción de fundaciones superficiales, entre otros usos.

Las excavaciones de zanjas son, en general, peligrosas cuando su profundidad es superior a 80 centímetros y principalmente cuando los terrenos en los que se excava son inestables y cuando no se cuenta con un estudio de mecánica de suelos. Presentan planos de deslizamiento por ambos lados inclinados hacia el fondo, lugar donde laboran los trabajadores. (Videla, 2017)

La excavación en zanjas se puede hacer de forma manual o mecanizada, o mediante la combinación de ambas técnicas.

Figura 14: Excavación en Zanja. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017

2.1.2.2 Excavación masiva

Es el tipo de excavación que por su magnitud se ejecuta necesariamente con maquinaria, consiste en la remoción de grandes volúmenes de suelo natural. Se realiza complementariamente de forma mecanizada (excavadoras) y manual en la construcción de subterráneos de edificios, caminos, muros de contención, etc. Se puede ver reflejada en la **Figura 15**.

Para este tipo de excavación presenta el mayor rendimiento ya que, al momento de realizar los cortes, únicamente se debe prestar especial cuidado al tallado de taludes y la profundidad máxima de excavación. Debido a la potencia de la maquinaria empleada los niveles de rendimiento de corte pueden oscilar entre 110 y 125 metros cúbicos por hora, este rendimiento puede ser menor o mayor dependiendo de factores tales como: distancia de acarreo, pericia del operario de la maquinaria, el tipo de maquinaria y el tamaño de la pala hidráulica de corte y la clase de suelo excavado. (Moscozo, 2011)

Durante el proceso de excavación es importante el correcto tallado de los taludes, respetando los ángulos mínimos y las alturas máximas.

Figura 15: Excavación masiva. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017

2.1.2.3 Excavación en pozos

La excavación en Pozos es el movimiento de tierras que se efectúa a través de medios mecánicos o manuales, para llegar al firme a fin de ofrecer el apoyo de las cimentaciones. Son excavaciones ejecutadas verticalmente como en la **Figura 16**. Pueden ser de sección circular o cuadrada, y por lo general son de gran profundidad. En su ejecución se realizan tareas de apertura, refinado y la limpieza del fondo; si se requiere se incluyen los trabajos de entibado y achique o agotamiento del terreno si existe agua.

Se utilizan para la construcción de pilas de entibación, para pozos de reconocimiento de suelos o captación de aguas. En estos casos la excavación generalmente es manual.

Figura 16. Excavaciones en pozos. Adaptado de Manual Control de Riesgos en Excavaciones por la Asociación Chilena de Seguridad, 2017

2.1.3 Actuaciones Previas

Antes de iniciar con los trabajos de movimiento de tierra se deben realizar distintas actividades previas para incidir con la seguridad y empezar con una buena ejecución en el trabajo.

Un trabajo de excavaciones profundas ya sea ejecutado por el contratista o el cliente, en muchos casos por una empresa contratista, se deberán realizar y cumplir con algunos requerimientos para evitar percances con respecto al distrito en ejecución. Uno de las actividades previas para el inicio de una excavación masiva es el estudio de suelo para poder verificar el estado del terreno de manera superficial como interna que se explicará y detallará en el siguiente inciso.

2.1.3.1 Estudio de suelos

En lima metropolitana se presentan distintos tipos de suelo en cada distrito, las cuales mediante un mapa elaborado por el CISMID (*Ver figura 17*) se puede presentar 5 tipos de suelos clasificados de la siguiente manera:

- Tipo I: Este suelo posee afloramiento rocoso, estratos de grava que conforman los conos de deyección de los ríos Rímac, Chillón y los estratos de grava coluvial-eluvial de los pies de las laderas.
- Tipo II: Terreno conformado por un estrato superficial de suelos granulares finos y suelos arcillosos.
- Tipo III: Conformado en su mayor parte por depósitos de suelos finos y arenas de gran espesor.
- Tipo IV: Terreno con depósitos de arenas eólicas de gran espesor y sueltas.
- Tipo V: Conformada por depósitos de rellenos sueltos de desmontes heterogéneos que han sido colocados en depresiones naturales o excavaciones realizadas en el pasado.

De acuerdo al tipo de suelo de menor a mayor representa la probabilidad de que es apta o no para la construcción. En la siguiente figura se ven las zonas de riesgo de que se puedan construir y el porcentaje de viviendas en riesgo de los distritos con mayor cantidad de tipo de suelo no apta para construir.

Figura 17. Mapa de suelos en los distritos de Lima. Adaptado del diario La República por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres/ CISMID, 2012

Un trabajo de excavaciones profundas para la identificación del método y material o equipo a emplear se deberá iniciar con un reconocimiento del terreno para la ejecución de sótanos en edificaciones.

En el reconocimiento del terreno se identifican todas las características que ayudará a desarrollar un óptimo trabajo en campo tales como: Talud natural, capacidad portante, nivel

freático, contenido de humedad, posibilidad de filtraciones, estratificaciones, alteraciones anteriores del terreno, entre otras.

Para la identificación de las características del terreno lo primero que se realiza en todo proyecto es el estudio geotécnico, que da información necesaria sobre el tipo de suelo que se va a encontrar y su comportamiento, la que, con el apoyo de un especialista y los resultados obtenidos, se verá si el terreno al trabajar pueda ceder o no. Así resulta, que, si el terreno que se observa es rocoso, la seguridad en la estabilidad aumenta y si, por el contrario, la mayor parte de su composición es tierra, aumenta la inseguridad y la atención se agudiza, y ello ocurre en mayor medida, cuanto mayor es la inclinación de la superficie con la horizontal que pisamos se verticaliza más la excavación separándonos del ángulo del talud normal. (ATie GESPROYECT, 2007)

De acuerdo a la investigación de las edificaciones que presentan mayor cantidad de sótanos y el mapa de tipo de suelos en Lima concuerda con la mayor presencia de edificaciones con excavaciones de más de 5 sótanos.

Además, si la edificación presenta edificaciones colindantes se deberá realizar con operaciones de apeo, es decir un armazón o un apuntalamiento con el terreno, para evitar asentamientos y hundimientos de las cimentaciones colindantes y de los muros medianeros, ya que se reduce la carga de cimentación como consecuencia de la excavación.

2.1.3.2 Documentaciones Previas

Como en todo proyecto, antes del inicio de los trabajos a realizar se debe tener un contrato firmado entre el cliente y la empresa subcontrata que va a realizar el trabajo. Así también documentos y certificados con respecto a los permisos de excavación y botadero para el inicio de los trabajos de excavación masiva. En el siguiente punto se hablará de los documentos que una empresa subcontratista debe tener, así como el personal encargado de las labores debe presentar.

2.1.3.2.1 Subcontratista

Para el inicio e ingreso de la maquinaria y personal para los trabajos de movimiento de tierra, la empresa subcontratista debe presentar el plan de seguridad y salud ocupacional, además

de los procedimientos de las actividades a realizar por la empresa. También se deberán presentar los siguientes formatos:

- Seguro contra terceros TREC.
- Check list del equipo. (*Ver Anexo 1*)
- Certificado de operatividad del equipo.
- Ultimo mantenimiento preventivo realizado al equipo.
- Certificación de traslado y disposición final de residuos sólidos. (*Ver Anexo 2*)
- Cronograma y registro de mantenimientos. (*Ver Anexo 3*)
- Revisión técnica vigente.
- Tarjeta de propiedad.
- Tarjeta de circulación.
- SOAT vigente.
- Licencia de conducir del conductor de acuerdo a ley.
- EPPS completos de los conductores: casco de seguridad con barbiquejo, chaleco con cintas reflectoras, prendas manga larga, guantes, lentes de seguridad y protectores auditivos.
- Curriculum vitae y certificado de capacitación de los operadores de las maquinarias.

La empresa subcontratista debe garantizar que el personal cuente con capacitación específica para los trabajos que desarrollen en obra. Debe cumplir con las demás disposiciones, leyes y normas vigentes relacionadas con la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente; así como también presentar los equipos de protección personal (EPPS) básicos y de alto riesgo, si es el caso, aprobados por el jefe SSOMA.

En obra los responsables de las subcontratas, el supervisor o encargado y el prevencionista deben presentar documentos para la realización de los trabajos que deberán ser aprobados por el jefe SSOMA del contratista que son:

- Check List de las maquinarias.
- Permisos de Trabajos (Altura-Mantero y Excavación-Operadores). (*Ver Anexo 4*)
- Análisis de Seguro de Trabajo. (*Ver Anexo 5*)
- Registro de Inducción, Capacitación, Charla, Entrenamiento y Simulacro de Emergencia. (*Ver Anexo 6*)

2.1.3.3 Servicios Públicos

Otra labor muy importante que se debe tomar en cuenta para proceder con la excavación es conocer la situación exacta de los servicios públicos que pueden afectar al trabajo. Para dicha ubicación de los cables de estos servicios se deberá solicitar al cliente los planos de interferencia que aportan para el cuidado y seguridad de los operadores de las excavadoras en el proceso de excavación. Una vez obtenidos éstos, se marcará en el terreno el lugar donde están ubicadas eligiendo un sistema que perdure hasta la realización de la excavación en esa zona anotando la profundidad exacta a la que se encuentran éstas, protegiéndolas ante eventuales sobrecargas producidas por la circulación de vehículos pesados.

La excavación se realizará mecánicamente hasta 1 metro antes de llegar a la conducción y a partir de entonces, la excavación será manual con perforadores neumáticos, picos, etc., hasta 0,50 m., utilizando la pala manual a partir de esta distancia. Como referencia de lo explicado se tiene la **figura 18**.

Figura 18 Niveles de Excavación con Seguridad en buscador de sitio web, 2017

Una vez localizada la canalización, (caso de que existiese), se arriostrará convenientemente, para evitar que los tubos de servicio público presenten una rotura.

La rotura de conducciones de agua directamente o por descalce del terreno, puede dar lugar a socavones, corrimientos y desprendimientos. Las de gas, pueden producir explosiones y emanaciones tóxicas.

2.1.4 Estabilidades de taludes

Cuando se inicia una excavación, se está rompiendo el equilibrio que existe entre un sistema, a veces muy complejo, de fuerzas o tensiones. Como es de conocimiento la ciudad de Lima, especialmente los distritos de Miraflores y San Isidro, lugares de mayor construcción con sótanos, presentan un suelo de resistencias muy altas y sin existencia de nivel freático.

La excavación profunda de sótanos, con el retiro de pesos substanciales de suelo, modifica de manera importante las tensiones existentes en el espacio circundante. Estos cambios de tensiones han producido en los suelos granulares gruesos de Lima Metropolitana levantamiento imperceptible del fondo de las excavaciones y desplazamientos horizontales importantes hacia el interior de las paredes de la misma para ocasionar finalmente derrumbes que en algunos casos han cobrado vidas humanas y en otros han originado daños en las estructuras cercanas cuyo costo en muchos casos se acerca y aún sobrepasa el costo de construcción de la misma cimentación.

La experiencia muestra que los suelos tienden siempre a restablecer este equilibrio, que al realizar este tipo de trabajo se está rompiendo. En algunos casos, lo hace de inmediato (Arena), en otros casos es más lento. Si se conociera ese tiempo, se podría realizar la excavación sin riesgo, pero el restablecimiento de este equilibrio depende de múltiples factores que sólo se puede obtener de un estudio exhaustivo.

Entre estos factores se tiene:

- a. Ángulo de rozamiento
- b. Granulometría
- c. Consistencia
- d. Humedad
- e. Permeabilidad
- f. Estratigrafía, buzamiento y fallas
- g. Factores climatológicos, (aguas, lluvias, hielos, sequía).
- h. Vibraciones

2.1.5 Trabajos en terreno

En los trabajos ya en terrenos para excavaciones profundas, ya sea pozos, zanjas, excavaciones masivas o trabajos subterráneos se deberán tomar distintas precauciones para prevenir riesgos de acuerdo con el tipo de excavación que se va a realizar.

Con respecto al movimiento de tierra, se deberá mantener alejada las acumulaciones de tierra, escombros o materiales y los vehículos en movimiento, o tomarse medidas adecuadas. En un caso inmediato se deben colocar barreras, que evitarán caídas o derrumbe frente a las cargas acumuladas cerca de las excavaciones o a las vibraciones de las maquinarias en movimiento.

2.2 Metodología de excavaciones profundas

En la actualidad, muchas edificaciones cuentan con construcción de ciertos niveles de sótanos que pueden tener profundidades variables, generalmente por necesidades arquitectónicas, optimización espacios o soluciones geotécnicas. En la mayoría de edificios modernos, debido a la problemática de búsqueda de lugares utilizables para sótanos de parqueos, se observa este tipo de obras. Por esta razón, en este tipo de trabajos es fundamental determinar métodos de excavación adecuados y sistemas seguros de sostenimiento para proteger las paredes de excavación, evitando posibles fallas en edificios adyacentes.

En general, cuando se empieza una nueva estructura a edificarse y si esta requiere una excavación profunda para su cimentación, es estrictamente necesario estudiar en qué condiciones se realizarán los trabajos de excavación, ya que la misma podría causar pérdidas de capacidad de carga, asentamientos, movimientos laterales en edificaciones colindantes, etc. Por esto es obligatorio determinar soluciones accesibles para realizar trabajos de excavaciones seguros y económicos.

Dentro de las funciones de un ingeniero, se encuentra la de estar completamente familiarizado con los métodos y procesos utilizados en excavaciones y apuntalamientos con el fin de evitar errores que puedan ser desastrosos. Por ello, en los siguientes puntos se presentará ciertos métodos no tradicionales y tradicionales (Conformación de rampas, conformación de banquetas, método del pasamanos con el uso de banquetas, método de cuchara a cuchara, uso de faja transportadora, uso de baldes basculantes y sistema de izaje

vertical) usados en el proceso de excavaciones a fin de obtener la estabilidad en paredes del fondo de excavación y obtener un proceso constructivo bajo un adecuado sistema de seguridad o prevención de accidentes.

2.2.1 Conformación de rampas

2.2.1.1 Condiciones generales

La rampa es una superficie inclinada en un terreno utilizada para el tránsito de personas o equipos. Tiene una inclinación máxima dependiendo del tipo del terreno y de la longitud de la rampa.

La conformación de rampa dependerá de la profundidad y la forma que tenga el terreno a excavar, misma que se ubicará y construirá en un lugar donde no obstruya el proceso de excavación, también debe contar con un acceso a la calle y permitir la maniobrabilidad de maquinaria pesada.

Antes de iniciar con la descripción del proceso de este sistema se tendrá que tener en cuenta las siguientes condiciones para su utilización óptima:

- a. Es casi siempre la primera alternativa para iniciar la excavación.
- b. Es limitado por el espacio en planta, por necesitar un desarrollo con una pendiente adecuada para la salida y entrada de los volquetes.
- c. A mayor profundidad más longitud de la rampa, solo posibles en áreas de terrenos mayores a 600 mts.
- d. La rampa no debe obstruir la construcción de los muros anclados.

2.2.1.2 Planificación y proceso

- a. Analizar todos los posibles accesos del terreno, considerando las exigencias de las entidades que regulan el tránsito y permisos para este caso.
- b. Ubicación correcta de la rampa, para no obstruir la construcción de los muros anclados en el menor número posible.
- c. La pendiente de rampa será menor al 18 %, para no exigir a los volquetes tracciones excesivas. Esta pendiente se toma de referencia al manual de diseño de carreteras donde se presenta un cuadro como la **tabla 11** extraída del manual de diseño que debe seguir lo siguiente:

Tabla 11
Características generales de los accesos a pasos peatonales a desnivel

Descripción	Escalera	Rampa
Pendiente	40 a 60%	5 a 15%
Ancho Mínimo	1,00 m (unidireccional) 2,00 m (bidireccional)	2,50 m
Capacidad	25 a 40 peatones/metro/min uto	$C = d v (1 - i / 100)$ C = Capacidad (peatones / metro /segundo) d = densidad (peatones / m ²) v = velocidad (metros / segundo) i = pendiente

Nota: Los valores indicados en la tabla están referidos a la evaluación de capacidad y análisis de servicio, mas no para análisis estructural. Adaptado de “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico”, por Ministerio de Transportes y Comunicación, 2014.

- d. La construcción de las rampas dependiendo de las limitaciones anteriormente descritas, es la obtención de una producción en el movimiento de tierras óptima, tanto en el carguío y eliminación del material teniendo en cuenta el factor de esponjamiento del terreno según la **tabla 12**.

Tabla 12
Factor de esponjamiento según tipo de suelo

TIPO DE SUELO	FACTOR DE ESPONJAMIENTO
ROCA DURA (VOLADA)	1,50 - 2,00
ROCA MEDIANA (VOLADA)	1,40 - 1,80
ROCA BLANDA (VOLADA)	1,25 - 1,40
GRAVA COMPACTA	1,35
GRAVA SUELTA	1,10
ARENA COMPACTA	1,25 - 1,35
ARENA MEDIANA DURA	1,15 - 1,25
ARENA BLANDA	1,05 - 1,15
LIMOS, RECIEN DEPOSITADOS	1,00 - 1,10
LIMOS, CONSOLIDADOS	1,10 - 1,40
ARCILLAS MUY DURAS	1,15 - 1,25
ARCILA MEDIANAS A DURAS	1,10 - 1,15
ARCILLAS BLANDAS	1,00 - 1,10
MEZCLA DE ARENA/GRAVA/ARCILLA	1,15 - 1,35

Nota: Factor de esponjamiento indicando intervalos según tipo de suelo. Adaptado de “Características Físicas de los suelos”, por R. Escalante, 2007.

- e. Tener los equipos adecuados para toda la operación del movimiento de tierras (Equipos de carga y de transporte).

- f. Cálculo del ciclo completo de carguío y eliminación (Tiempo de carguío y salida dentro de la obra, y tiempo del recorrido del volquete ida y vuelta).

Nota: Los tiempos varían a las características de los proyectos.

2.2.1.3 Riesgos

Las conformaciones de rampas son necesarias para el control de riesgos de la circulación de personas dentro de la faena de excavación, también fundamentales para el uso de camiones y otros vehículos, por ello estas rampas deben poseer anchos no inferiores a 3.6 m y debe señalizarse su borde con una baranda o cinta plástica de señalización.

- a. La construcción de un pasillo de 1 m provisto de barandas dentro de la rampa es fundamental para el tránsito de las personas.
- b. Tener un control si persiste la presencia de lodo en la rampa, a través de la aplicación de una capa de un material no plástico en la rampa.
- c. Las rampas y los pasadizos sometidos a grandes cargas como palas mecánicas, tractores, bulldozer, camiones, entre otros, deben ser reparadas e inspeccionadas constantemente.
- d. No se permite la acumulación de barro ni material granular suelto en la rampa destinada al tránsito de camiones cargados con material de la excavación.
- e. Cuando el declive de la rampa lo requiera, se debe estacionar e instalar una cuña con una manilla a fin de bloquear cualquier rueda trasera del vehículo que se detenga o sea forzado a detenerse en la rampa.
- f. Debe verificarse la construcción de estas, estén suficientemente firmes para el paso de grandes cargas.

2.2.2 Conformación de banquetas

2.2.2.1 Condiciones generales

El método de conformación de banquetas es un método que se realiza, como su nombre lo dice, mediante banquetas para la construcción de sótanos. Es una técnica muy utilizada para excavaciones mayores de 12 metros y áreas mayores de 1000 metros cuadrados aproximadamente.

Las condiciones óptimas para el sistema del movimiento de tierras conformando banquetas se deberán seguir lo siguiente:

- a. El factor de espacio en los terrenos, debido a que las banquetas requieren gran espacio para su conformación.
- b. A mayor profundidad requiere más espacio.
- c. Estudio de la zona, para determinar la ubicación de los volquetes.

Figura 19. Muestra de excavación de pasamanos con banquetas. Adaptado de buscador web google, 2015.

2.2.2.2 Planificación y proceso

Se realiza mediante el uso de 2 o más retroexcavadoras como esta presentada en la **figura 19**. La excavación masiva mediante conformación de banquetas es un proceso de manera escalonada, ya que presenta el retiro de material mediante retroexcavadoras colocadas en diferentes niveles, que llevaran el material excedente desde la profundidad de la excavación hasta el volquete que se encuentra en la superficie o nivel del terreno como lo explica la **figura 20**.

ESQUEMA	MÉTODO APLICABLE	COMENTARIOS
I EXCAVACIÓN
1. Reducir la altura del talud con excavaciones en la parte superior.	El área debe ser accesible al equipo de construcción. Se requiere de un lugar apropiado para colocar el suelo excavado. Algunas veces se incorpora drenaje a este método.
2. Tendido del ángulo del talud.
3. Excavar banqueta en la parte superior del talud.
4. Excavar completamente la masa de deslizamiento.	

Figura 20. Proceso de excavación de rampa a banqueta. Adaptado de buscador web google, 2017

- Saber que el sistema tiene una buena producción.
- El sistema se emplea después de la conformación de las rampas.
- Las banquetas son hechas con el material de la rampa o rampas.
- De requerir más material, de las que tienen las rampas se usara el material propio del proyecto.
- Colocar el equipo de carga sobre la banqueta a fin de eliminar directamente al volquete.
- Puede conformarse las banquetas de la zona adyacente al acceso del ingreso y salida de los volquetes.
- A mayor profundidad se requiere mayor volumen de tierra y numero de banquetas.
- Considerar los tiempos del ciclo del sistema, para optimizar su carguío y eliminación.

2.2.3 Métodos del pasamano con el uso de banquetas

2.2.3.1 Condiciones generales

El método del pasamano con el uso de banquetas es una técnica muy usada en las excavaciones de mayor profundidad y es una mejora al método de conformación de banquetas, ya que lo diferente en esta técnica sería el traslado del material. Mientras en la conformación de banquetas el material será depositado en la banqueta superior y la retroexcavadora que se encuentra en ese nivel lo traslada hacia el volquete, la metodología del pasamano con el uso de banquetas es un traslado de manera directa entre las

retroexcavadoras, ya que no será mediante banqueta, sino mediante retroexcavadora directamente hacia el volquete como se visualiza en la *figura 21*.

Figura 21. Proceso de pasamanos mediante banquetas. Adaptado de buscador web google, 2017

El brazo hidráulico de carga debe ser suficiente para descargar al volquete, sino fuera el caso por la profundidad de la excavación se tendrá que conformar más banquetas y se realiza con dos o más equipos de carga.

2.2.3.2 Planificación y proceso

Como toda actividad en la construcción debe ser planeada para un trabajo optimo en el proyecto, lo que lleva a un estudio de cálculo de cantidad de maquinarias que se va a utilizar para la eliminación del material y los puntos de carguío que deben ser establecidos, evitando la circulación de los obreros y de la colocación de los materiales para actividades próximas.

Para el inicio del proceso de excavación mediante el sistema de pasamanos mediante banquetas se va a realizar lo siguiente:

- a. Esta alternativa siempre se realiza con dos o más equipos de carga, por ser más profunda la excavación.
- b. Los equipos de carga alimentan el material a la banqueta o banquetas sucesivamente.
- c. La banqueta final, la de mayor altura, el equipo que esté recibiendo la carga al volquete debe estar ubicado adyacentemente a la banqueta para su eliminación.
- d. La conformación y remoción de varias banquetas, debe considerarse el tiempo de este movimiento de tierras.
- e. Balance entre los rendimientos de los equipos de carga.

2.2.4 Método de cuchara a cuchara

2.2.4.1 Condiciones generales

Es un sistema usado para profundidades medias, en las cuales se debe tomar en cuenta la seguridad de la estabilidad del terreno, ya que se debe realizar un buen layout para la ubicación de las retroexcavadoras y del volquete, donde se tendrá que plantear la zona de carguío para una buena optimización del sistema.

Usualmente es un sistema de 3 máquinas en uso principal, dos retroexcavadoras que trasladan el material excedente al volquete para su eliminación. (Ver *figura 22*)

Las condiciones por tomar en cuenta son:

- a. Ubicación de la retroexcavadora que recibe el material desde el nivel de piso natural hacia el volquete.
- b. Zona de carguío presentado en el layout, para no perjudicar con la estabilidad del terreno.
- c. Espacio para el movimiento de la retroexcavadora para trasladar el material.
- d. Altura eficiente para la toma del material entre retroexcavadoras.

Figura 22. Eliminación de desmonte mediante el sistema pasamano. Adaptado de buscador web google, 2017

2.2.5 Uso de faja transportadora

2.2.5.1 Condiciones generales

Es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores, facilita el transporte de material a gran distancia, se adapta al terreno y tiene una importante capacidad de carga, es utilizada para el transporte de material de excavación desde un punto de partida del proyecto hacia un punto de descarga del material dentro de

volquetes fuera del proyecto (Ver **Figura 23**). Es importante la productividad de la faja, por ello, es necesario saber cómo se monta la faja, el tiempo de transición entre la faja y rampa, posición de la faja, tamaño de la faja dependiendo de las dimensiones y profundidad del proyecto, cantidad de equipos de excavación dependiendo de la cantidad de fajas.

Las condiciones que se deben tomar en cuenta para un uso óptimo es la siguiente:

- a. No necesita mucho espacio.
- b. Necesita de los muros anclados para su sujeción.
- c. Peso del material a transportar.
- d. Velocidad a la que se quiere transportar.
- e. Tipo de material a transportar.
- f. Estudio de tensiones en el proceso de instalación de la faja transportadora en sus puntos críticos. (Inflexiones, zona de tambores o zona de empalme)

Figura 23. Excavación con Faja transportadora para la construcción de sótanos. Adaptado de buscador web google, 2017

2.2.5.2 Instalación

Hay muchos aspectos que se deben tener en cuenta al momento de instalar, usar y evaluar el funcionamiento de sus elementos para el transporte continuo. Lo que se debe tomar en cuenta para su buen funcionamiento es:

- a. Respetar las características de uso con respecto al diseño de la faja.
- b. Utilizar los aditamentos apropiados ya que el uso de polines, poleas, guarderas o limpiadores de mala manufactura pueden dañar la faja.

- c. Hay que indicar que los factores principales que determinan la capacidad de carga de la banda son la densidad, la granulometría, el ángulo de capacidad de dinámica, la velocidad, el ancho de banda, el ángulo de artesa y, en el caso del empleo de tacos y bordes, la altura de los mismos

2.2.5.3 Planificación y proceso

Para una buena ejecución de excavación mediante el sistema de faja transportadora se debe tomar las siguientes medidas para su planeación y su proceso de ejecución:

- a. Tiempo de instalación de la faja y componentes.
- b. Reducción de la eficiencia por los problemas mecánicos.
- c. El mantenimiento se ejecuta por plan establecido.
- d. Considerar la eficiencia baja del 50% a 60% por lo nombrado anteriormente (problemas mecánicos y mantenimiento).
- e. Angulo de inclinación y ubicación del equipo.
- f. Numero de quiebres alrededor del terreno.
- g. Profundidad de la excavación.
- h. Bandeja alimentadora.

2.2.6 Uso de baldes basculantes

El método de baldes basculantes para excavaciones profundas es un método netamente de uso minero, que no es muy usado en las construcciones en nuestro país.

La maquinaria que es usada para este tipo de excavaciones con este método se llama la dragalina (Ver **Figura 24**). Es una excavadora accionada por cables, compuesta por una pluma de grúa, con una polea de guía en su pie y un balde o cucharón de arrastre unido a la máquina solamente por cables. La máquina así dispuesta arrastra hacia sí el balde que ha lanzado y se va llenando a medida que es arrastrado, tirando de él la máquina y se vacía automáticamente en el momento en que se suelta el cable de dragado. Es la máquina de cables más utilizada hoy día, porque combina las operaciones de excavación, elevación y transporte, distinguiéndose de las demás por su trabajo mediante el arrastre del material.

Figura 24. Weserhute W18, Dragalina c/cuchara NZG 1/50. Adaptado de buscador web google, 2017

La dragalina se ha concebido especialmente para operaciones de gran radio, o bien cuando los puntos de excavación y vertido están muy alejados entre sí y no se requiere gran precisión en la descarga; no obstante, cuando la distancia al vertedero es mayor de la correspondiente al alcance de la pluma, puede usarse el balde de arrastre para cargar vehículos, aunque opera mejor vertiendo directamente, esta operación se ve reflejada en la **figura 25**. Como durante la excavación, las fuerzas aplicadas a la cuchara se reducen al propio peso del cucharón y al esfuerzo de tracción, se comprende que este aparato no pueda excavar materiales tan duros como los que se extraen mediante la pala cargadora o la retroexcavadora. Es especialmente adecuado en la extracción de canteras de balasto, yacimientos de gravas y arenas, terrenos pantanosos, bajo el mar o en el río, materiales sueltos, para nivelación de terrenos vírgenes, para la formación de grandes canales y para la descubierta de minas y canteras de cierta importancia.

Figura 25. Modo de excavación profunda de una Dragalina. Adaptado de buscador web google, 2017

2.2.7 Sistema de izaje vertical

Principalmente el método del Sistema de Izaje Vertical es mediante baldes basculantes para excavaciones profundas en la construcción, es una técnica netamente tomada de la minería, ya que es usada para la extracción de minerales en esta actividad. Generalmente para extraer material en lugares de poca área.

En la construcción el uso de este sistema con baldes transportadoras con izaje de grúa, es un método de excavación usada generalmente para proyectos de menor área, un aproximado de 700 a 850 m² y una profundidad de 12 a 15 metros.

Este método es usado mayormente para las excavaciones más profundas, y es un apoyo necesario para la eliminación de material excedente como se puede apreciar en la **figura 26** en dos proyectos distintos que usan este sistema principalmente para la eliminación de material o transporte de herramientas.

Figura 26. Excavación profunda con uso de baldes basculantes. Adaptado de visita a proyecto multifamiliar ubicado en parque las tradiciones, 2017.

3 CASO DE ESTUDIO DE PROYECTOS

En el Presente capítulo se mostrará la investigación y recolección de datos con respecto a los 4 casos de estudios propuestos, los cuales serán descritos en 4 subcapítulos.

El caso de estudio de esta Tesis se centrará en proyectos de edificación que presenten sótanos, con un rango de 4 a 7. Los proyectos que se recolectaran data son los siguientes:

- a. Proyecto 1: Edificio STELAR- Barranco
- b. Proyecto 2: Edificio Empresarial PLEXUS- San Miguel
- c. Proyecto 3: Edificio ALTO VERDE- Pueblo Libre
- d. Proyecto 4: Edificio PARQUE ALAMEDA-Jesús María

De cada proyecto se va a investigar las alternativas y características de la excavación masiva y el tipo de eliminación de material utilizado durante la construcción de sótanos, los requerimientos que, para realizar un buen trabajo de excavación, el alcance del proyecto, la descripción de los trabajos previos a la excavación y eliminación.

Además, se va a recolectar datos del proceso de excavación y eliminación de cada proyecto, especificando el tipo de sistema que se está empleando, con la finalidad de determinar los factores más relevantes en una eliminación. La recolección de datos se realizará de manera diaria, para luego procesarse por semanas y meses, luego serán evaluados según el anillo de eliminación y tipo de metodología, esto permitirá un análisis riguroso que será registrado en el capítulo 5, en este capítulo se determinarán los ratios obtenidos mediante la relación e identificación de los factores. Ahora se iniciará con el desarrollo del capítulo 3, el Caso de estudio de las 4 edificaciones multifamiliares y de oficina.

3.1 Proyecto 1: Edificio Stelar

Figura 27. Edificio STELAR y espacios comunes. Imágenes adaptadas del brochure online del proyecto STELAR, 2017

3.1.1 Alcance

3.1.1.1 Descripción

Proyecto STELAR es una edificación multifamiliar de 20 pisos con 5 sótanos ubicada en la Av. Almirante Grau, frente al estadio Chipoco en el distrito de Barranco a 5 minutos del distrito de Miraflores como se indica en la **figura 28**.

Esta edificación consta de un área de terreno de 1086.60 m², cuenta de una zonificación CZ siendo comercial zonal; y RDM equivale a residencial de media densidad según el Instituto Metropolitano de Zonificación.

Figura 28. Ubicación del proyecto STELAR. Adaptado de Google Maps, 2017

3.1.1.2 Características

Tabla 13

Características generales del edificio STELAR-Barranco

Nombre del Proyecto	Edificio STELAR	
Inmobiliaria	Edifica	
Constructora	Productiva	
Ubicación	Av. Almirante Grau 1422-1434	
	Distrito	Barranco
	Provincia	Lima
	Departamento	Lima
Tiempo de Ejecución	21 meses	
	Inicio	02/01/2017
	Termino	01/10/2018
Área del Terreno	1086.60 m2	
Área Construida	19082.12 m2	
Pisos	20+1 azotea	
	Departamentos	204
Sótanos	5 + 1 semisótano	
	Estacionamientos	163

Nota: Se ha realizado con la descripción del proyecto, indicando el nombre, inmobiliaria, constructora, ubicación, tiempo de ejecución, área del terreno, área construida, pisos y sótanos. Adaptado del cartel informativo de obra e información brindada del ingeniero David Núñez.

En resumen, con el desarrollo de la **tabla 13**, el edificio STELAR es construido por PRODUCTIVA, constructora de la inmobiliaria EDIFICA, la partida de movimiento de tierras a cargo de la empresa ARPE S.A.C., consta de 21 pisos, con 5 sótanos más un semisótano, 163 estacionamientos. Además, de 12 áreas comunes bien distribuidas en el proyecto para desarrollar distintas actividades y además con distintos tipos de departamentos que tendrán unas medidas de 38 m² hasta 140 m².

3.1.2 Especificaciones Técnicas

3.1.2.1 Obras provisionales

3.1.2.1.1 Demolición

El edificio STELAR es un proyecto de un área total de terreno de 1086.60 m², que antes de iniciar con el proceso de excavación del mismo, se empezó con la demolición de edificaciones existentes que consta de 4 terrenos de proporciones diferentes con respecto al área como se puede verificar en la **figura 29** tomada de Google Maps con fechas anteriores al inicio del proyecto.

Figura 29. Edificaciones Existentes que pertenecían al terreno del proyecto STELAR. Adaptado de Google Maps, 2017

3.1.2.1.2 Trabajos preliminares

Comprende todos los trabajos necesarios que aportaran a la correcta ejecución del proyecto de las que se encuentran el cerco perimétrico, cartel informativo, servicios higiénicos para el personal obrero y staff, caseta de ventas, instalaciones provisionales de luz, agua y desagüe, almacenes, guardianía, oficinas entre otros.

3.1.2.1.3 Instalaciones provisionales

Trabajos relacionados con la instalación de agua, luz y desagüe, que serán colocados, con previa obtención de licencia del municipio y autorización de las empresas proveedoras.

3.1.2.1.4 Limpieza del terreno

Consiste en los trabajos que se deberán realizar para mantener limpia y permita la circulación del personal obrero y de la maquinaria para la ejecución del proyecto.

3.1.2.1.5 Trazado y replanteo

Para un terreno con presencia de estructuras existentes, se deberá realizar los procesos de demolición y eliminación de material para un trazo acorde a lo indicado en el plano y de las demarcaciones que tendrán que ser precisas y claras.

3.1.2.2 Movimiento de tierras

3.1.2.2.1 Excavación masiva

La excavación será ejecutada con maquinaria pesada, hasta el nivel que corresponda o vea necesario el subcontratista con la metodología más eficiente para cada tipo de altura y con la finalidad de llegar al fondo del piso del sótano más profundo.

Las dimensiones serán tales que permitan la buena colocación de los muros anclados, además de un estudio previo de los terrenos aledaños que cuenten con presencia de sótanos, que puedan aportar en la estabilidad y en la rápida ejecución del proceso de excavación y colocación de los muros anclados.

3.1.2.2.2 Excavación puntual

Excavación de tipo manual, mediante uso de equipos adecuados, para el perfilado del terreno, donde la maquinaria no cuente con la accesibilidad necesaria para poder realizar dicha actividad.

3.1.2.2.3 Eliminación de excedentes

La eliminación se realizará en conjunto con las excavaciones masivas, con la finalidad de tener un terreno limpio y libre para un buen desarrollo, así como el tránsito de personal y maquinaria, evitando así retrasos o pérdidas por horas. Se debe prever la cantidad de vehículos para evitar tiempos muertos de las maquinarias de excavación.

3.1.3 Proceso constructivo de excavación

La excavación fue realizada por la empresa ARPE S.A.C., como se ha explicado en el capítulo 2 es una actividad necesaria para el movimiento y extracción de materiales del suelo o terreno, con la finalidad de llegar al nivel de terreno requerido.

En el proyecto STELAR se ha realizado los siguientes procesos previos para una buena realización de la actividad de excavación masiva:

- a. Planificación de esta partida considerando todas las actividades que deben desarrollarse con los recursos humanos y técnicos.
- b. Coordinación de las distintas actividades para optimizar estos recursos.
- c. Organizar, para poner en práctica la planificación y su coordinación, y para ello se establecieron los distintos caminos de circulación de la maquinaria de movimiento de tierras, así como zonas de estacionamiento de dicha maquinaria.
- d. Finalmente, una previsión de elementos auxiliares como escaleras, maquinaria para movimiento de tierras, maquinaria para transporte horizontal y vertical, etc., previsión de los Sistemas de Protección y seguridad, de los Equipos de Protección Individual y de las Instalaciones de Higiene; así como una previsión de espacios para poder mover adecuadamente la maquinaria.

Todo ello con el objetivo de que se realice en el tiempo previsto de Ejecución de esta etapa del proyecto y con mínimos riesgos de accidentes posibles.

Para todo inicio de excavación se ha realizado el estudio de suelo, para tomar medidas de la estabilización del terreno, además de un mapeo de los terrenos colindantes al proyecto, que permita y apoye con la ejecución de la excavación e iniciar con la sectorización para las excavaciones de los anillos que se tiene como finalidad.

3.1.3.1 Condiciones geotécnicas

La investigación del subsuelo se realizó con 7 puntos de investigación; dos ensayos geofísicos desde un punto, y 5 calicatas. Encontrándose una capa superficial de suelos de matriz fina y con arena hasta una profundidad máxima de 6 metros. Prosiguiendo material grava y arena, hasta la máxima profundidad excavada 27 m. Se detecta algunos lentes de limo pero que a la profundidad que se encuentran están muy bien compactados.

Calicata 1: De 0.00 m a 0.20 m Piso. De 0.20 m a 6.30 m. Limo, húmedo de consistencia media, de color marrón. De 6.30 m a 8.40 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 8.40 m a 11.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color rojizo. De 11.00 m a 12.80 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 12.80 m a 15.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 15.00 m a 17.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color rojizo. De 17.50 m a 20.50 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color negro. De 20.50 m a 23.50 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color rojizo. De 23.50 m a 25.40 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color amarillo. De 25.40 m a 27.00 m.

Calicata 2: De 0.00 m a 0.10 m. Falso piso. De 0.10 m a 3.80 m. Arcilla, húmedo de consistencia media, de color marrón. De 3.80 m a 7.60 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 7.60 m a 9.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 9.00 m a 11.80 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 11.80 m a 16.30 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 16.30 m a 18.10 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color negro. De 18.10 m a 23.30 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 23.30 m a 25.00 m. Arcilla, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 25.00 m a 27.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris.

Calicata 3: De 0.00 m a 0.10 m Falso piso. De 0.10 m a 3.60 m. Arena arcillosa, húmedo de consistencia media, de color marrón. De 3.60 m a 7.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 7.00 m a 11.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 11.00 m a 14.10 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 14.10 m a 14.60 m. Limo, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 14.60 m a 16.90 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color negro. De 16.90 m a 23.60 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 23.60 m a 25.10 m. Limo, húmeda de compacidad media, de color marrón. De 25.10 m a 27.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris.

Calicata 4: De 0.00 m a 0.10 m Falso piso. De 0.10 m a 0.30 m. Relleno con presencia de grava. De 0.30 m a 3.60 m. Limo, húmedo de compacidad media, de color amarillo. De 3.60 m a 12.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 12.00 m a 23.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris.

Calicata 5: De 0.00 m a 0.80 m. Relleno con presencia de grava. De 0.80 m a 3.70 m. Limo, húmedo de consistencia media, de color gris. De 3.70 m a 4.50 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 4.50 m a 9.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 9.00 m a 16.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 16.00 m a 18.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color negro. De 18.00 m a 21.50 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 21.50 m a 23.50 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris. De 23.50 m a 25.80 m. Arena Limosa, húmeda de compacidad media, de color amarillo. De 25.80 m a 27.00 m. Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, de color gris.

Cada descripción descrita anteriormente se verá representado en la **figura 30**, columnas estratigráficas, presentadas en el estudio de suelos del proyecto estudiado.

sótano; y además de la Av. Almirante Grau que se ve detallado en la **figura 31** y en el **Anexo 07**:

Figura 31. Planta General: Primera Línea. Adaptado de Pilotes Terratest, 2017.

Seguidamente con el mapeo de los terrenos vecinos se ha realizado con el listado de anclajes para que continuamente, mientras se realiza el proceso de excavación, se iniciara con la producción de los muros anclados para el sostenimiento de terrenos colindantes (Ver Encuesta David Nuñez del **anexo 24**), pero en esta investigación se centrara en el proceso de excavación.

3.1.3.3 Metodología de excavación

El procedimiento de trabajo de excavación se realizó con la contratación de la empresa ARPE S.A.C., una empresa dedicada plenamente para las actividades de movimiento de tierras. El subcontratista realizó los estudios necesarios para el desarrollo de la elección de

la actividad, mediante juicio experto, además de las posibilidades económicas de la empresa, área del proyecto, envergadura del proyecto, profundidad, entre otros factores, por lo que en el proyecto STELAR se han realizado 3 métodos de eliminación de material existente durante la construcción de sótanos que son:

- a. Conformación de Rampas
- b. Uso de faja transportadora

La conformación de Rampa, se ha previsto del tipo de suelo, el área del terreno y la profundidad que será necesario eliminar de manera directa ingresando a nivel natural del terreno y de manera indirecta usando la rampa necesariamente, estas fueron diseñadas con sus respectivos taludes y de acuerdo a un circuito establecido, el cumplimiento del circuito y su seguridad se reforzará con la actuación de señaleros.

La rampa se encontró separada y protegida por una baranda de circulación de peatones. El circuito eliminación fue a través del ingreso directo de camiones volquetes al nivel del terreno y la rampa, excavadoras y camiones volquete. En todo momento se mantuvo despejado el área de tránsito y trabajo, se crearon vías de acceso al terreno como se puede ver en la **figura 32** en el ingreso al proyecto.

Figura 32. Charla de Seguridad, previa a excavación mediante rampas. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017.

Para la realización de la excavación y eliminación mediante la conformación de la rampa (Directamente e indirectamente) y el uso del método de pasamanos con banquetas fue imprescindible contar con el equipo humano necesario:

- a. Conductores de la maquinaria para realizar la excavación.

- b. Operarios especializados para los trabajos auxiliares de excavación y saneamiento
- c. Conductores de los camiones o dUMPers y retroexcavadoras para el transporte del material.
- d. Guías.

Con la finalidad de ilustra la eliminación de material por medio de la rampa, se realizó un modelamiento con el apoyo de la Arq. María Paz Raymondi Díaz usando el programa de Sketchup ver **figura 33**. Además, se elaboró los layout logísticos de este caso de estudio, reflejado a mayor detalle en los **anexos 8 y 9**.

Figura 33. Modelación de la excavación con rampa para el primer anillo. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017

Los estudios realizados y los factores que han delimitado el uso de la conformación de rampa para la excavación y eliminación directa e indirecta han estado presentes en el proyecto hasta el segundo anillo, con una profundidad de 5.10 m, cada vez la profundidad a excavar y de eliminar era mayor, por ende, la pendiente de la rampa aumentaba, lo cual no permitía la buena movilización de las maquinas ocasionando así demoras en la eliminación de material y mayor riesgo en la estabilidad.

El método de pasamanos con banquetas fue necesario usarlo en la excavación y eliminación del tercer anillo, usando 2 máquinas excavadoras JCB – 330 con capacidad de cuchara de 1.93 m³. Este proceso surgió a que la longitud máxima o fondo de terreno era de 37 m y 30 m de frontis y que la máxima del brazo hidráulico era de 11.13 m, esta longitud no es suficiente para poder llegar a la zona de carga en la tolva y es necesario que una maquina se encuentre estacionada cerca de la zona de carguío mientras máquina ubicada dentro del terreno alimenta la banqueta de material.

Figura 34. Método de pasamanos. Imagen de referencia tomada de proyecto Iberostar por encargado Diego Guio, 2019

Figura 35. Modelación del método de eliminación de material a través de pasamanos realizados con 2 excavadoras. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017

Es necesario considerar en la planificación con esta alternativa de eliminación el espacio ocupado por la cantidad de banquetas, por lo cual será necesario comparar con otras alternativas de eliminación. En la **figura 34** se muestra el método de eliminación de pasamanos con 2 máquinas excavadoras marca JCB modelo 330 y CAT modelo M322. En esta **figura 34 y 35**, la máquina en la parte superior elimina directamente al volquete y la máquina en la inferior obtiene material de una posible apertura de un anillo inferior o de material de muros próximos a ejecutarse, adicionalmente esta última máquina realiza funciones de transporte de materiales y otras actividades contributarias.

Para la ejecución del 4 y 5 anillo se usó el método de uso de faja transportadora, un método muy usado y caro en muchos proyectos con presencia de más de 4 sótanos.

Factores principales para el uso de fajas transportadoras en el proyecto fue el área del terreno, el frontis y profundidad del ultimo anillo a ejecutar que fue 16.56 m.

El proceso que se siguió para la eliminación de material con faja transportadora fueron las siguientes:

- a. Instalación de la faja transportadora, calibrando la pendiente de este y con una colocación estratégica para el acarreo de los volquetes como se visualiza en la **figura 36**.

Figura 36. Instalación de Faja Transportadora y en paralelo eliminación de material mediante rampa. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017

- b. Excavación del cuarto y quinto anillo para ser trasladados mediante la faja transportadora hacia el volquete como se aprecia en la **figura 37**.
- c. Uso de la faja transportadora para la eliminación de material excedente en el proceso de construcción de los últimos sótanos como se visualiza en la **figura 38**.

La eliminación de material mediante la faja transportadora fue de vital uso, pero como todo método también presenta sus contras, que se detallara mediante gráficos, cuadros y conclusiones más adelante.

Figura 37. Primera etapa de material excavado (Uso de Retroexcavadora). Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017

Figura 38. Última etapa de material transportado. Imagen tomada en obra del proyecto STELAR en plena visita, 2017

Con la finalidad de ilustrar la eliminación de material por medio de la faja transportadora, se realizó un modelamiento con el apoyo de la Arq. Maria Paz Raymondi Diaz usando el programa de Sketchup (Ver **figura 39**). Además, se elaboró los layout logísticos de este caso de estudio, reflejado a mayor detalle en los **anexos 8 y 9**.

Figura 39. Modelación del método de eliminación con faja transportadora y 2 excavadoras. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. María Raymondi, 2017

3.1.4 Cronograma de actividades

En todo Proyecto, una buena planeación permite evaluar cada una de las actividades de la obra e identifican los posibles conflictos o riesgos, y proponer medidas de control en el proceso constructivo.

En el proyecto se ha realizado el cronograma del proceso de excavaciones, con la que se registrará para el registro y análisis de datos. El cronograma de actividades del proceso de excavación está incluido el proceso de producción de muros pantalla, ya que se ha previsto, que el tiempo de excavación se ajusta con el tiempo de ejecución de muros anclado, lo cual permite el mejor desarrollo y una reducción del tiempo, esta seccionado por las siguientes partidas:

- a. Perforación
- b. Perfilado
- c. Habilitación de Acero
- d. Cimiento Corrido
- e. Encofrado
- f. Concreto
- g. Tensado
- h. Excavación Masiva
- i. Falsas Zapatas
- j. Zapatas

El cronograma de actividades de excavación es importante, para llegar a esta etapa tuvo que revisarse bien los planos y las especificaciones, de esa manera se elaboraron los métodos de excavación a realizar. Dentro del cronograma de actividades se observa los tiempos de inicio y termino de actividades. La programación de esta obra tiene como objetivo determinar los tiempos de realización de distintas actividades que comprenden el proyecto y coordinación de las mismas, a fin poder calcular la duración total. En la **tabla 14** se muestra las actividades que intervinieron en la construcción y excavación de los 5 anillos en una secuencia lógica durante la etapa de movimiento de tierras.

El cronograma de actividades de la etapa de movimiento de tierras es el siguiente:

Tabla 14.
Cronograma de actividades del movimiento de tierras.

EDIFICIO MULTIFAMILIAR STELAR - CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																		
Item	Actividades / Tiempos	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Observaciones
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas				Semanas								
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
1	Perforación																													30 días				
2	Perfilado																													47 días				
3	Habilitación Acero																													47 días				
4	Cimiento Corrido																													8 días				
5	Encofrado																													45 días				
6	Concreto																													45 días				
7	Tensado																													37 días				
8	Exc Masiva																													41 días				
9	Falsas Zapatas																													13 días				
10	Zapatas																													14 días				

Nota: Se ha realizado el cronograma de actividades del proyecto STELAR de la partida de Movimiento de Tierras. Adaptado del cronograma de actividades brindado por el ingeniero de producción David Nuñez.

Como se puede apreciar detalladamente en el cronograma de actividades del movimiento de tierras, se va a centrar en la actividad de Excavaciones Masivas, que están divididas por anillos en el cronograma y están representadas de color amarillo.

3.1.5 Registro de datos

En este inciso se registrarán los datos que se han obtenido del proyecto en el proceso de excavación para la construcción de sótanos, que serán resumidos por volumen diario y semanal de excavación, las cuales serán descritas por metodología y por anillo.

En el proyecto STELAR, como se ha mencionado detalladamente en párrafos anteriores, se ha tenido que utilizar dos metodologías de excavación las cuales son por uso de conformación de rampas y uso de fajas transportadoras, el registro se dará en base a los datos

recogidos en obra, las cuales están divididas por semana. Que se presentaran en los siguientes subcapítulos.

3.1.5.1 Eliminación diaria con la metodología de conformación de rampa

Para el registro de la eliminación diaria se va a tomar en cuenta los siguientes factores: el número de volquete, tiempo de carguío y acarreo del material excedente, fecha de trabajo, volumen eliminado y factor de esponjamiento. Se tomará en cuenta el horario permitido de movimiento de tierra con maquinaria pesada, permitida por la municipalidad de Barranco, la que solo permite la eliminación de material de 8 am hasta las 5 pm., pero se ha tomado un promedio de 8 horas diarios el tiempo eliminado de la excavación.

Tabla 15
Resumen de eliminación diaria con el sistema de conformación de rampas

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "STELAR - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Enero	Semana 3	MARTES	17/01/2017	411.00	411.00	
		MIERCOLES	18/01/2017	1,073.00	1,484.00	
		JUEVES	19/01/2017	553.00	2,037.00	
Febrero	Semana 6	MARTES	07/02/2017	396.00	2,433.00	
		MIERCOLES	08/02/2017	360.00	2,793.00	
		JUEVES	09/02/2017	984.00	3,777.00	
		VIERNES	10/02/2017	774.00	4,551.00	
	Semana 7	SABADO	11/02/2017	318.00	4,869.00	
		MARTES	14/02/2017	468.00	5,337.00	
		Semana 9	MARTES	28/02/2017	757.00	6,094.00
	MIERCOLES		01/03/2017	872.00	6,966.00	
JUEVES	02/03/2017		1,109.00	8,075.00		

Nota: Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto STELAR con el sistema de conformación de rampas.

En cada caso del proyecto de estudio se han tomado las siguientes consideraciones:

- La municipalidad de Barranco permite el tránsito de maquinaria pesada de 8 am a 5 pm, se ha tomado un horario de 8 horas laborables para la eliminación del material.
- Se ha considerado un factor de esponjamiento 1.3, ya que el tipo de suelo que representa nuestro terreno es grava compacta.

Con respecto al resumen de los datos obtenidos diarios según el sistema de excavación y uno en general de todo el proyecto se ha obtenido los siguientes tablas y gráficos, que serán comentadas con el detalle requerido de los levantamientos de datos en el proyecto multifamiliar STELAR.

En el sistema de conformación de rampas como ya se ha mencionado en el subcapítulo 3.1.4. tuvo un periodo de excavación de 6 semanas, de las cuales no fue una actividad corrida, ya que entre esta actividad de excavación se realizó el montaje de los muros anclados y tuvo una duración exactamente de 19 días laborales con un promedio de 682 m³ excavado por día.

Figura 40. Viajes realizados diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

En la **figura 40** se presenta la cantidad de números de viajes, así como la **figura 41** de volumen extraído en la excavación de los sótanos, las cuales tienen una particularidad, que se asemejan al número de viajes diarios realizados diariamente.

Figura 41. Volumen retirado diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Además, se ha realizado la toma de datos de la cantidad de viajes realizados por cada tipo de volumen eliminado por volquete reflejado en la **Tabla 16** y en porcentajes en la **figura 42**, que se tomara como referente para el análisis del siguiente capítulo.

Tabla 16
Viajes según tipo de volumen eliminado por volquete

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m3)	Nº de viajes
I	24	147
II	23	28
III	22	5
IV	20	40
V	19	33
VI	18	362
VII	17	43

Nota: Información adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Figura 42. Representación de la proporción de viajes por tipo de volquete. Adaptado de la tabla 16 por propia investigación, 2017

3.1.5.2 Eliminación diaria con el sistema de uso de faja transportadora

Para el levantamiento de los datos con respecto a la eliminación diaria con el sistema de uso de faja transportadora se han seguido las mismas condiciones, ya que lo único distinto en el uso de este sistema es el tiempo de demora de la instalación y la ubicación de la faja transportadora, lo cual se realizó en paralelo con la eliminación del tercer anillo, para no presentar tiempos muertos en el proyecto.

La eliminación del desmonte del 4 anillo se inició en la semana 15 del proyecto con fecha de inicio el 3 de abril y concluyó el día 6 de junio, pero el uso de la faja transportadora se

mantuvo en uso para eliminación de material excedente o desperdicios en el proceso de cimentación y construcción del cuarto de máquinas representadas en la **tabla 17** del resumen diario.

Tabla 17
Resumen de producción diario con el uso de faja transportadora

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "STELAR - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Abril		VIERNES	24/03/2017	1,068.00	12422.00	
	Semana 13	LUNES	27/03/2017	534.00	12,956.00	
	Semana 14	LUNES	03/04/2017	138.00	13,094.00	
		MARTES	04/04/2017	632.00	13,726.00	
	Semana 16	MARTES	18/04/2017	110.00	13,836.00	
		MIERCOLES	19/04/2017	782.00	14618.00	
		JUEVES	20/04/2017	890.00	15,508.00	
		VIERNES	21/04/2017	914.00	16,422.00	
		SABADO	22/04/2017	536.00	16,958.00	
	Semana 17	LUNES	24/04/2017	700.00	17658.00	
Mayo	Semana 21	MIERCOLES	24/05/2017	577.00	18,235.00	
		SABADO	27/05/2017	365.00	18,600.00	
	Semana 22	LUNES	29/05/2017	674.00	19,274.00	
		MARTES	30/05/2017	496.00	19,770.00	
		MIERCOLES	31/05/2017	356.00	20,126.00	
Junio	Semana 23	JUEVES	01/06/2017	494.00	20,620.00	
		MARTES	06/06/2017	790.00	21,410.00	
		JUEVES	09/06/2017	800.00	22,210.00	
		EXTRA	15/06/2017	700.00	22,910.00	
			TOTAL:	22,910.00		

Nota: Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto STELAR con el sistema de faja transportadora.

Con relación al sistema de uso de faja transportadora, se ha realizado la misma recolección de datos, las cuales son la cantidad volumétrica del material eliminado de todos los anillos restantes con el uso de faja transportadora, además de gráficos relacionados al número de viajes y volumen excavado representadas en las **figuras 43** y **44** respectivamente que se pueden ver seguidamente:

Figura 43. Número de viajes realizados diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Figura 44. Volumen excavado mediante faja transportadora diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Tabla 18

Viajes realizados por tipo de volquete en el sistema de faja transportadora

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m3)	Nº de viajes
I	24	125
II	20	49
III	18	224
IV	17	26

Nota: Información adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Figura 45. Proporción de la cantidad de viajes realizada por tipo de volumen de volquete. Adaptado de la tabla 18 por propia investigación, 2017

Con todo el levantamiento de datos levantado por metodología de excavación usada en cada nivel de profundidad para la construcción de sótanos en el Proyecto Stelar, se ha sacado una tabla general de estas, **tabla 19**, con los días y la cantidad de volumen retirado, además de la totalidad eliminada en obra en todo el proceso de movimiento de tierra.

Tabla 19
Resumen de excavación profunda general diario del proyecto STELAR

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "STELAR - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Enero	Semana 3	MARTES	17/01/2017	411.00	411.00	
		MIERCOLES	18/01/2017	1,073.00	1,484.00	
		JUEVES	19/01/2017	553.00	2,037.00	
Febrero	Semana 6	MARTES	07/02/2017	396.00	2,433.00	
		MIERCOLES	08/02/2017	360.00	2,793.00	
		JUEVES	09/02/2017	984.00	3,777.00	
		VIERNES	10/02/2017	774.00	4,551.00	
	SABADO	11/02/2017	318.00	4,869.00		
	Semana 7	MARTES	14/02/2017	468.00	5,337.00	
	Marzo	Semana 9	MARTES	28/02/2017	757.00	6,094.00
MIERCOLES			01/03/2017	872.00	6,966.00	
JUEVES			02/03/2017	1,109.00	8,075.00	
Semana 12		VIERNES	03/03/2017	433.00	8,508.00	
		LUNES	20/03/2017	201.00	8709.00	
		MARTES	21/03/2017	526.00	9,235.00	
		MIERCOLES	22/03/2017	952.00	10,187.00	
		JUEVES	23/03/2017	1,167.00	11,354.00	
Semana 13		VIERNES	24/03/2017	1,068.00	12422.00	
Abril	Semana 13	LUNES	27/03/2017	534.00	12,956.00	
	Semana 14	LUNES	03/04/2017	138.00	13,094.00	
		MARTES	04/04/2017	632.00	13,726.00	
	Semana 16	MARTES	18/04/2017	110.00	13,836.00	
		MIERCOLES	19/04/2017	782.00	14618.00	
		JUEVES	20/04/2017	890.00	15,508.00	
		VIERNES	21/04/2017	914.00	16,422.00	
	Semana 17	SABADO	22/04/2017	536.00	16,958.00	
Mayo	Semana 17	LUNES	24/04/2017	700.00	17658.00	
	Semana 21	MIERCOLES	24/05/2017	577.00	18,235.00	
		SABADO	27/05/2017	365.00	18,600.00	
	Semana 22	LUNES	29/05/2017	674.00	19,274.00	
		MARTES	30/05/2017	496.00	19,770.00	
MIERCOLES		31/05/2017	356.00	20,126.00		
Junio	Semana 23	JUEVES	01/06/2017	494.00	20,620.00	
		MARTES	06/06/2017	790.00	21,410.00	
		JUEVES	09/06/2017	800.00	22,210.00	
		EXTRA	15/06/2017	700.00	22,910.00	
			TOTAL:	22,910.00		

Nota: Información adaptado de las tablas anteriores en un resumen en general por propia investigación.

Para una mejor visualización he interpretación de la eliminación y la cantidad de viajes diarios, se ha realizado la **figura 46**, donde se podrá ver el momento de transición entre los métodos de excavación usados en el proyecto STELAR de Barranco. Para una mejor visualización ver **Anexo 10 y 11**.

Figura 46. Resumen de la eliminación de material diaria por anillo del proyecto STELAR.

3.2 Proyecto 2: Edificio centro empresarial PLEXUS

Figura 47. Fachada principal del Edificio PLEXUS. Adaptado de buscador web google, 2017

3.2.1 Alcance

3.2.1.1 Descripción

Edificio Plexus es un Centro Empresarial de más de 17,800m² construidos de oficinas en 14 pisos con áreas desde los 46m² hasta plantas libres de 700m². Ha sido diseñado para acercar a los proveedores de servicios con nuevos públicos, es el edificio ideal para el emprendedor y el profesional que busca un espacio pequeño para establecer su empresa. Plexus es un edificio que transfiere directamente sus características principales a los negocios de sus nuevos propietarios.

3.2.1.2 Características

Tabla 20

Características generales del Centro Empresarial PLEXUS-San Miguel

Nombre del Proyecto	Centro Empresarial Plexus	
Inmobiliaria	Octavio Pedraza Porras e Hijos	
Constructora	FM Edificaciones S.A.C.	
Ubicación	Calle Martin de Murúa N°150	
	Distrito	San Miguel
	Provincia	Lima
	Departamento	Lima
Tiempo de Ejecución	-	
	Inicio	Enero
	Termino	-
Área del Terreno	1200 m2	
Área Construida	17800 m2	
Pisos	14 pisos	
	Oficinas	130
Sótanos	7 sótanos	
	Estacionamientos	201

Nota: Se ha realizado con la descripción del proyecto, indicando el nombre, inmobiliaria, constructora, ubicación, tiempo de ejecución, área del terreno, área construida, pisos y sótanos. Adaptado del cartel informativo de obra e información brindada del ingeniero Edy Caillahua.

Figura 48. Ubicación del Proyecto Centro Empresarial PLEXUS. Adaptado de Google Maps, 2017

El Proyecto Plexus en líneas generales según la **tabla 20** es una edificación de carácter empresarial, que cuenta con 14 pisos con un número de 130 oficinas de 40 m² hasta 81 m², con 6 sótanos para 201 estacionamientos y cuenta con 5 áreas comunes. Ubicada en una zona muy céntrica del distrito de San Miguel y muy cercana a la Av. La marina representada en la **figura 48**.

3.2.2 Procesos constructivos

Para un buen desempeño en el proceso de excavación se ha tenido que realizar un estudio de mecánica de suelos, que permite identificar la característica, descripción del terreno mediante una exploración previa y para el análisis de la elección de un uso de una técnica de excavación para ejecutar los 7 sótanos en el proyecto PLEXUS. Este estudio de Suelos esta realizado por la empresa M&M Consultores SRL.

Por las características del proyecto del edificio y disponibilidad de espacio será necesario efectuar cortes verticales del terreno para alcanzar el nivel del sexto sótano proyectado, siendo necesario construir estructuras de sostenimiento temporal de las paredes de excavación que deberán diseñarse para ser capaces de soportar las cargas y empujes horizontales.

Dado a la profundidad de excavación requerida, la importancia y tráfico de la calle Martín de Murua, y la existencia de edificaciones colindantes, se recomienda construir pantallas ancladas en todo el perímetro del terreno, que controlan las deformaciones del subsuelo en el área adyacente a la excavación y reducen el riesgo de ocurrencia de rajaduras.

Durante los trabajos de excavación y construcción de las pantallas ancladas, deberá restringirse el paso vehicular y peatonal, así como la acumulación de materiales, dentro de la franja de 3 m paralela al borde superior del talud, frente a las avenidas indicadas. Previo a la ejecución de los trabajos de movimientos de tierras, se recomienda efectuar una evaluación de las edificaciones vecinas. Luego durante los trabajos de corte del terreno y construcción de las estructuras de sostenimiento temporal se recomienda efectuar una evaluación del comportamiento del terreno y del perímetro (veredas, calles y estructuras cercanas y/o vecinas). Deberá reportarse cualquier anomalía observada (rajadura, hundimiento, etc.), para poder tomar a tiempo las medidas correctivas de refuerzo.

Durante la excavación y construcción de los sótanos deberá controlarse el sistema de riego de los jardines que se encuentren en los alrededores del terreno, no deberá permitirse el riego por inundación.

3.2.2.1 Condiciones geotécnicas

Tabla 21
Estratigrafía en base al estudio de suelo del terreno PLEXUS

COTA	TIPO DE SUELO
0.10 - 0.15 m	Material Granular tipo afirmado
0.20 m	Arcilla Limosa arenosa
0.35 m	Grava Arenosa, ligeramente limosa
1.00 - 1.50 m	Arcilla Limosa, arenosa
2.30 - 2.70 m	Grava Arenosa, mal graduada.
2.70 - 4.60 m	Grava Arenosa suelta a medianamente densa
4.60 - 10.50 m	Grava Arenosa medianamente densa a densa
10.50 - 22.00	Grava Arenosa muy densa

Nota: Información de la estratigrafía del estudio del suelo del terreno del proyecto. Adaptado del “Estudio de suelos del Centro Empresarial” por M&M del proyecto Plexus.

Con respecto a la **Tabla 21** se puede interpretar lo siguiente: Bajo las losas de piso de concreto que tienen entre 0.10 y 0.15 m de espesor, se encontró en la calicata C-1 (**Figura 49**) una capa superior de relleno, de material granular tipo afirmado; en las calicatas C-2 a C-4 (**Figura 50**) se encontraron capas de relleno de arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta; y grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa, con restos de desmonte y basura, de 0.20 y 0.35 m de espesor, respectivamente. A continuación, se registró, en todas las calicatas, una capa de relleno antiguo de arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta a compacta; apoyada sobre un estrato natural de arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, blanda a medianamente compacta, de 1.00 a 1.50 m de espesor.

Seguidamente, a partir de profundidades comprendidas entre 2.30 y 2.70 m con respecto al nivel de la superficie actual del terreno, subyace un depósito de grava arenosa, predominantemente mal graduada, con piedras y bolones redondeados de hasta 12 pulgadas de tamaño máximo, cuya densidad relativa tiene a aumentar con la profundidad, encontrándose en estado suelto a medianamente denso hasta profundidades comprendidas entre 4.20 y 4.60 m; en estado medianamente denso a denso hasta profundidades

comprendidas entre 9.30 y 10.50 m; y en estado denso a muy denso hasta el límite de la profundidad investigada (22.00 m).

Dentro del depósito de grava arenosa se registró en las calicatas C-1 y C-4, a profundidades comprendidas entre 15.00 y 16.50 m, una capa de arena fina a media, limosa, medianamente densa a densa, de 0.80 a 1.10 m de espesor. Asimismo, entre 18.90 y 20.80 m de profundidad, se registró un estrato de limo arcilloso, arenoso, de plasticidad baja, compacto, de 1.50 a 1.80 m de espesor.

Figura 49. Vista hacia el interior de las calicatas C-1 Y C-2. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012

Figura 50. Vista interior de las calicatas C-3 y C-4. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012

Para una mejor visualización se presentará las columnas estratigráficas de cada calicata realizado por la empresa M&M para el proyecto Plexus de San Miguel teniendo los siguientes diagramas a detalle en el **anexo 12**. En estos estudios de los perfiles de suelos no se detectó el nivel de la napa freática dentro de la profundidad investigada (22.00 m).

3.2.2.2 Terrenos Colindantes

El terreno estudiado posee una forma rectangular de 40.03 a 40.05 m de largo y 30.00 m de ancho. Se encuentra cercado y presenta una superficie plana conformada por losas de concreto. En el sector Norte y Este del terreno, existen edificaciones de 1 piso de altura con estructura de concreto. También se observa la presencia de 2 contenedores metálicos como se puede apreciar en la *figura 51* y la *figura 52*.

Figura 51. Vista panorámica del terreno estudiado. Adaptado del estudio de suelos del centro empresarial San Miguel por M&M Consultores, 2012

El proyecto Plexus es una edificación de 7 sótanos, es decir contara con 7 anillos de muros anclados para una mejor producción de sótanos en los distintos niveles y una buena estabilidad en los terrenos colindantes, los métodos que se usaran dependiendo la profundidad y al terreno de área, realizado por FM Edificaciones S.A.C se ven en la **tabla 22**.

Tabla 22
Distribución de sistemas de excavación para cada anillo

Anillos	Sistema de Excavación
1	Conformación de Rampa (Directa)
2	Conformación de Rampa (Indirecta)
3	Pasamanos con Banquetas
4	Faja Transportadora
5	Faja Transportadora
6	Faja Transportadora
7	Faja Transportadora

Nota: Se ha realizado el desagregado por sistema de excavación de cada anillo, indicando la metodología. Adaptado de información brindada por el Ing. De Producción, Edy Caillahua.

Como en todo proyecto, por el área que presenta la edificación, se ha empleado el uso del sistema de conformación de rampas para la eliminación de desmonte y de material del primer, segundo y tercer sótano, los anillos restantes se realizaron mediante uso de faja transportadora, la que ha sido armada durante la eliminación del tercer anillo, ya que como se ha explicado **capítulo 2.2.5**. una condición primordial para el uso de fajas transportadoras es el espacio y la ubicación donde se instalará la faja transportadora para la excavación.

Figura 53. Modelación de excavación mediante conformación de Rampa del proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018

En el proceso de excavaciones profundas con el sistema de rampas, se realizó un modelado en Sketchup para una buena representación de las zonas de carguío, movimiento de maquinaria y espera como se puede apreciar en la **figura 53** y un control minucioso en la eliminación del desmonte en cada anillo, logrando así un registro en los tiempos de carguío y acarreo, además de los tiempos muertos. Además, se realizó un layout para una buena ubicación de las zonas ya representadas en la figura anterior en el **anexo 13**.

Para la eliminación con el método de conformación de rampa de manera directa e indirecta se ha llegado a realizar la ejecución de los 2 primeros anillos en un tiempo determinado de 7 semanas netos o efectivos y 11 semanas calendario llegando a una profundidad de 6.00 m.

La eliminación del tercer anillo fue con el método de pasamanos con banquetas, se dio con el uso de 2 excavadoras. El requerimiento desde el tercer anillo por estas 2 máquinas se debe principalmente por la longitud del brazo hidráulico de la excavadora John Deere 350 D de 15.26 m no es suficiente para poder llegar a la zona de carga en la tolva, por ello fue necesario contar con otra excavadora cerca de la zona de carguío mientras la otra máquina alimentaba la banqueta de material. Para esta etapa se cambió la máquina John Deere por una CAT – M315 D2 de alcance máximo de 10.59 m y capacidad de cuchara de 0.76 m³, que se ubicaría en la zona de carguío y la máquina ubicada en la parte inferior que alimenta la banqueta sería una KOBELCO – SK350LC de alcance máximo de 8.13 m de brazo extendido con capacidad de cuchara de 2.10 m³, esta última máquina obtiene material de una posible apertura de un anillo inferior o de material de muros próximos a ejecutarse además de transportar materiales y otras actividades contributivas como se puede visualizar en el modelado de la **figura 54**.

Figura 54. Modelación de eliminación mediante pasamanos con banquetas en proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018

El sistema de uso de faja transportadora para el proyecto se ha realizado hasta el último anillo para uso de eliminación de material excedente. Se usó 2 máquinas excavadoras ubicadas en la parte de inferior la CAT – M315D2 con cuchara de 0.73 m³ y la KOBELCO – SK 350 LC de 2.10 m³. Se previó de máximo control por el proceso de instalación y producción de la eliminación de terreno de los últimos sótanos. El proceso de excavación y eliminación con faja se ha realizado en aproximadamente 6 meses con 2 semanas, desde el martes 17 de mayo hasta el martes 26 de noviembre, llegando a una profundidad de 24.20 m, esta información fue obtenida mediante el Ing. Edy Caillahua, ingeniero de producción del proyecto Plexus de la empresa FM Edificaciones.

Figura 55. Eliminación mediante faja transportadora, inicio de excavación para la cimentación y cuarto de máquinas. Adaptado de Cuenta Oficial HPP Edificaciones, 2017

Figura 56. Modelación de eliminación mediante faja transportadora con la excavadora KOBELCO y CAT en el proyecto PLEXUS. Adaptado de modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018

3.2.3 Cronograma de actividades

La ejecución de sótanos estaba programada para 8 meses aproximadamente, sin embargo, la duración del proceso de excavación real para la culminación de los 7 sótanos fue de 10 meses, el alcance del proyecto de tesis centra el análisis de la excavación masiva y eliminación de material perteneciente a la partida de movimiento de tierras, a continuación, se presenta en la siguiente **tabla 23**.

Tabla 23
Cronograma resumido de las actividades involucradas en el proceso de excavación.

	Centro Empresarial PLEXUS- Cronograma de Actividades																																Observaciones
	Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				
	Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana				Semana								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Excavacion masiva	■	■			■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		75 dias
Perforacion	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■		60 dias
Retiro de banqueta	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60 dias
Perfilado y pañeteo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60 dias
Excavacion de zanja para acero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	50 dias
Acero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60 dias
Relleno de zanja	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	50 dias
Encofrado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60 dias
Concreto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	59 dias
Desencofrado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	60 dias
Tensado	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	50 dias

Nota: Se ha realizado el cronograma de actividades del proyecto PLEXUS de la partida de Movimiento de Tierras. Adaptado del cronograma de actividades brindado por el ingeniero de producción Edy Caillahua.

Como en el proyecto anterior, se tomará en cuenta solo la partida de movimiento de tierra, específicamente en la actividad de Excavación masiva, la que en nuestro cronograma

realizada por nosotros, con respecto al detalle general del proyecto están divididos por anillo y tienen un total de 50 días planeado por la empresa.

3.2.4 Registro de datos

El levantamiento de datos del proyecto PLEXUS se realizó de manera similar por semana, la cual se realizará el análisis de producción por día, en algunas semanas los trabajos a realizar solo se usaron un día, alcanzando un promedio semanal de 3 días, todo se podrá ver en los siguientes datos semanales, que indicaran el día laboral y el número de viaje de cada volquete.

Para este registro se han usado las siguientes unidades para cada indicador:

- a. N° de Viajes: unidad
- b. Volumen por día y semana: m³

3.2.4.1 Eliminación de conformación de rampas

Para la eliminación de conformación de Rampas se ha realizado mediante las condiciones ya establecidas anteriormente en el proyecto STELAR, ya que las limitaciones que presentaba la municipalidad de San Miguel para el proceso de eliminación de material excedente era permitido solo durante las horas de 8 am a 5 pm. Lo que se ha considerado 8 horas de trabajo, además de un factor de esponjamiento de 1.3 por el tipo de suelo que presenta el terreno.

- a. El primer anillo se realizó con el método de conformación de rampa de manera directa, tuvo 12 días de trabajo neto contenidos en 4 semanas útiles, teniendo en cuenta que representan 6 semanas calendario
- b. El segundo anillo se realizó con el método de conformación de rampa de manera indirecta, tuvo 8 días netos contenidos en 2 semanas útiles.

Tabla 24

Resumen diaria de excavación por conformación de rampas del Proyecto PLEXUS.

		INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PLEXUS - BRUTO"				FM EDIFICACIONES S.A.C.	
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)		
Febrero	Semana 1	MARTES	05/02/2013	423.00	423.00		
	Semana 2	MIÉRCOLES	13/02/2013	175.00	598.00		
		JUEVES	14/02/2013	176.00	774.00		
		VIERNES	15/02/2013	128.00	902.00		
		SABADO	16/02/2013	134.00	1,036.00		
Marzo	Semana 5	MARTES	05/03/2013	236.00	1,272.00		
		MIÉRCOLES	06/03/2013	100.00	1,372.00		
		JUEVES	07/03/2013	260.00	1,632.00		
		VIERNES	08/03/2013	260.00	1,892.00		
	Semana 6	SABADO	09/03/2013	144.00	2,036.00		
		LUNES	11/03/2013	447.00	2,483.00		
		MARTES	12/03/2013	1,613.34	4,096.34		
		MIÉRCOLES	13/03/2013	854.00	4,950.34		
		JUEVES	04/04/2013	406.00	5,356.34		
		VIERNES	05/04/2013	659.00	6,015.34		
Abril	Semana 9	SÁBADO	06/04/2013	582.50	6,597.84		
		LUNES	08/04/2013	181.50	6,779.34		
	Semana 10	MARTES	09/04/2013	667.00	7,446.34		
		MIÉRCOLES	10/04/2013	621.00	8,067.34		
		JUEVES	11/04/2013	311.00	8,378.34		
		VIERNES	12/04/2013	183.00	8,561.34		
	Semana 11	VIERNES	19/04/2013	501.00	9,062.34		

Nota: Se ha realizado la toma de data diaria de eliminación con el sistema de conformación diaria. Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto PLEXUS con el sistema de conformación de rampas.

Se realizó un corte al 27 de junio, a fin de crear 2 diagramas que dan mayor visibilidad de la cantidad de volumen y de la cantidad de número de viajes presentes en la eliminación, pero durante los 4 primeros anillos *figuras 57 y 58* respectivamente.

Figura 57. Volumen de eliminación de material diariamente por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Figura 58. Cantidad de viajes realizadas diariamente por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Otro punto por considerar, como en el primer proyecto, fue la toma de datos de la cantidad de viajes realizadas por la cantidad en volumen de los volquetes, la eliminación con la conformación de rampa (Directa e Indirecta) tuvo presente 12 tipos de capacidades de volquetes entre 25,5 a 15 m³ que se verán en el siguiente cuadro y una gráfica con la proporción de cada tipo de cantidades representadas en la **tabla 25** y la **figura 59**.

Tabla 25

Cantidad de viajes según la cantidad de volúmenes eliminados con conformación de rampas

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m3)	Nº de viajes
I	25,5	13
II	23	88
III	20	75
IV	19	48
V	18	68
VI	17,57	12
VII	17,5	23
VIII	17	118
IX	16,6	3
X	16,5	227
XI	16	160
XII	15	19

Nota: Se ha realizado el desagregado por capacidad y número de viajes de los volquetes en uso, indicando el tipo de volquete de acuerdo a la capacidad. Adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Figura 59. Proporción de la cantidad de viajes según el tipo de volquete. Adaptado de la tabla 25 por propia investigación, 2017

3.2.4.2 Eliminación con pasamanos

Para la ejecución del tercer anillo, se usó el método de pasamanos con banquetas con 2 máquinas, por la deficiencia de alcance de brazo hidráulico de una máquina, por la profundidad a excavar, por la complejidad de la eliminación y por aumentar la productividad ver **tabla 26**. El tercer anillo tuvo una duración de 10 días útiles, establecidos desde el viernes 19 de abril hasta el 17 de mayo del 2013 contenidas en 4 semanas.

Tabla 26

Resumen diario de excavación mediante faja transportador del proyecto PLEXUS.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PLEXUS - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)
	Semana 11	VIERNES	19/04/2013	501.00	9,062.34
		SABADO	20/04/2013	33.00	9095.34
	Semana 12	LUNES	22/04/2013	210.00	9,305.34
		MARTES	23/04/2013	310.50	9,615.84
		MIERCOLES	24/04/2013	278.00	9,893.84
	Semana 14	SABADO	11/05/2013	416.50	10310.34
Mayo	Semana 15	LUNES	13/05/2013	594.00	10,904.34
		MARTES	14/05/2013	667.80	11,572.14
		MIERCOLES	15/05/2013	516.00	12,088.14
		JUEVES	16/05/2013	182.50	12,270.64
		VIERNES	17/05/2013	528.00	12,798.64

Nota: Se ha realizado la toma de data de eliminación de acuerdo al uso de la metodología de faja transportadora. Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto PLEXUS con el sistema de faja transportadora.

3.2.4.3 Eliminación con faja transportadora

Para la ejecución del 4, 5, 6 y 7 anillo, se realizó con faja transportadora vista en la Figura 35, la que tuvo una duración de 18 semanas y medía y se muestra a detalle en la **tabla 27**.

Figura 60. Excavación profunda de uso de faja transportadora del ultimo anillo. Adaptado de Cuenta Oficial HPP Edificaciones, 2017

La eliminación de material del cuarto anillo tuvo una duración de 12 días netos quinto anillo se realizó durante 10 días de trabajo netos con el sistema ya mencionado líneas anteriores. El quinto anillo tuvo una duración de 10 días de eliminación neta, el sexto anillo se realizó tuvo una duración 10 días de trabajo. Para la eliminación de material para la ejecución del

séptimo anillo se ha realizado durante 20 días de trabajo netos con el sistema de faja transportadora. Representadas detalladamente en la **tabla 27**.

Tabla 27

Resumen diario de excavación mediante faja transportadora del proyecto PLEXUS

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PLEXUS - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Junio		VIERNES	17/05/2013	528.00	12,798.64	
		SÁBADO	18/05/2013	146.00	12,944.64	
	Semana 17	MARTES	28/05/2013	224.00	13,168.64	
	Semana 20	VIERNES	21/06/2013	243.00	13,411.64	
	Semana 21	LUNES	24/06/2013	405.00	13,816.64	
		MATES	25/06/2013	616.00	14,432.64	
Julio		MIERCOLES	26/06/2013	618.00	15,050.64	
		JUEVES	27/06/2013	290.00	15,340.64	
		LUNES	15/07/2013	64.00	15,404.64	
		MARTES	16/07/2013	512.00	15,916.64	
		MIERCOLES	17/07/2013	698.00	16,614.64	
		JUEVES	18/07/2013	202.00	16,816.64	
	Semana 24	MARTES	23/07/2013	469.00	17,285.64	
		MIERCOLES	24/07/2013	721.00	18,006.64	
		JUEVES	25/07/2013	719.00	18,725.64	
		VIERNES	26/07/2013	551.00	19,276.64	
		SABADO	27/07/2013	311.00	19,587.64	
		MARTES	30/07/2013	29.00	19,616.64	
Agosto	Semana 26	JUEVES	01/08/2013	698.00	20,314.64	
		VIERNES	02/08/2013	326.00	20,640.64	
	Semana 28	LUNES	12/08/2013	253.00	20,893.64	
		MARTES	13/08/2013	215.00	21,108.64	
	Semana 29	MIERCOLES	14/08/2013	497.00	21,605.64	
		MARTES	20/08/2013	272.00	21,877.64	
	Septiembre	Semana 31	MIERCOLES	21/08/2013	249.00	22,126.64
			VIERNES	06/09/2013	112.00	22,238.64
Semana 32		SABADO	07/09/2013	160.00	22,398.64	
		VIERNES	13/09/2013	144.00	22,542.64	
Semana 33		MIERCOLES	18/09/2013	581.00	23,123.64	
		JUEVES	19/09/2013	950.00	24,073.64	
		VIERNES	20/09/2013	545.00	24,618.64	
		SABADO	21/09/2013	467.00	25,085.64	
Octubre	Semana 34	LUNES	23/09/2013	385.00	25,470.64	
		MARTES	24/09/2013	174.00	25,644.64	
	Semana 35	MIERCOLES	25/09/2013	461.00	26,105.64	
		JUEVES	03/10/2013	299.00	26,404.64	
		VIERNES	04/10/2013	60.00	26,464.64	
		LUNES	21/10/2013	177.00	26,641.64	
		Semana 38	MARTES	22/10/2013	604.00	27,245.64
			MIERCOLES	23/10/2013	361.00	27,606.64
	Semana 39	JUEVES	24/10/2013	409.00	28,015.64	
		VIERNES	25/10/2013	510.00	28,525.64	
		LUNES	28/10/2013	341.00	28,866.64	
		MARTES	29/10/2013	302.00	29,168.64	
MIERCOLES		30/10/2013	360.00	29,528.64		
JUEVES		31/10/2013	117.00	29,645.64		
Noviembre	Semana 40	JUEVES	14/11/2013	290.00	29,935.64	
		VIERNES	15/11/2013	272.00	30,207.64	
	Semana 42	MARTES	19/11/2013	253.00	30,460.64	
		MIERCOLES	20/11/2013	224.00	30,684.64	
		VIERNES	22/11/2013	311.00	30,995.64	
		Semana 43	MARTES	26/11/2013	123.00	31,118.64

Nota: Se ha realizado la toma de data de eliminación de acuerdo al uso de la metodología de faja transportadora. Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto PLEXUS con el sistema de faja transportadora.

En base a los datos recolectados en la **tabla 27** se hizo un corte al 18 de noviembre para observar la representación de cantidad de viajes y el volumen de material eliminado durante el uso de faja transportadora que se puede visualizar en las **figuras 61 y 62**.

Figura 61. Cantidad de viajes realizados diariamente en el uso de conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

Figura 62. Volumen de material eliminado diariamente. Adaptado de los datos registrados por propia investigación, 2017

La capacidad de volquete usado para la eliminación de material resultó de 19 tipos de cantidades entre 23 y 12,3 m³, y se verán reflejadas en la **tabla 28**.

Tabla 28
Cantidad de viajes realizados con respecto a la cantidad de capacidad de los volquetes en m3

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m3)	Nº de viajes
I	23	2
II	21	16
III	19	16
IV	18	19
V	17	234
VI	16,8	5
VII	16,4	7
VIII	16	497
IX	15,7	7
X	15,6	5
XI	15,5	12
XII	15,4	7
XIII	15	65
XIV	14,9	7
XV	14,7	14
XVI	14	30
XVII	13,3	6
XVIII	13	38
XIX	12,3	4

Nota: Información Se ha realizado el desagregado por capacidad y número de viajes de los volquetes en uso, indicando el tipo de volquete de acuerdo a la capacidad. Adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Con los datos tomado de la tabla anterior se ha realizado un gráfico circular con las proporciones por número de viajes por cada tipo de capacidad de volquete representada en la *figura 63*.

Figura 63. Proporción de viajes por tipo de capacidad. Adaptado de los datos registrados de la tabla 28 por propia investigación, 2017

Luego de haber determinado todos los datos se realizará con el resumen general del proceso de excavación profunda con los métodos usados en todos los niveles de sótanos, solo

considerando el proceso de movimiento de tierra y se verá reflejada en la **tabla 29 y Tabla 30**.

Tabla 29
Resumen de excavación profunda general del proyecto PLEXUS-Parte 1.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PLEXUS - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)
Febrero	Semana 1	MARTES	05/02/2013	423.00	423.00
	Semana 2	MIERCOLES	13/02/2013	175.00	598.00
		JUEVES	14/02/2013	176.00	774.00
		VIERNES	15/02/2013	128.00	902.00
		SABADO	16/02/2013	134.00	1,036.00
Marzo	Semana 5	MARTES	05/03/2013	236.00	1,272.00
		MIÉRCOLES	06/03/2013	100.00	1,372.00
		JUEVES	07/03/2013	260.00	1,632.00
		VIERNES	08/03/2013	260.00	1,892.00
	Semana 6	SABADO	09/03/2013	144.00	2,036.00
		LUNES	11/03/2013	447.00	2,483.00
		MARTES	12/03/2013	1,613.34	4,096.34
		MIERCOLES	13/03/2013	854.00	4,950.34
Abril	Semana 9	JUEVES	04/04/2013	406.00	5356.34
		VIERNES	05/04/2013	659.00	6,015.34
		SÁBADO	06/04/2013	582.50	6,597.84
	Semana 10	LUNES	08/04/2013	181.50	6,779.34
		MARTES	09/04/2013	667.00	7446.34
		MIERCOLES	10/04/2013	621.00	8,067.34
		JUEVES	11/04/2013	311.00	8,378.34
		VIERNES	12/04/2013	183.00	8,561.34
	Semana 11	VIERNES	19/04/2013	501.00	9,062.34
		SABADO	20/04/2013	33.00	9095.34
	Semana 12	LUNES	22/04/2013	210.00	9,305.34
		MARTES	23/04/2013	310.50	9,615.84
		MIERCOLES	24/04/2013	278.00	9,893.84
Mayo	Semana 14	SABADO	11/05/2013	416.50	10310.34
	Semana 15	LUNES	13/05/2013	594.00	10,904.34
		MARTES	14/05/2013	667.80	11,572.14
		MIERCOLES	15/05/2013	516.00	12,088.14
		JUEVES	16/05/2013	182.50	12,270.64
		VIERNES	17/05/2013	528.00	12,798.64
	Semana 17	SÁBADO	18/05/2013	146.00	12,944.64
		MARTES	28/05/2013	224.00	13,168.64
Junio	Semana 20	VIERNES	21/06/2013	243.00	13,411.64
	Semana 21	LUNES	24/06/2013	405.00	13,816.64
		MATES	25/06/2013	616.00	14,432.64
		MIERCOLES	26/06/2013	618.00	15,050.64
		JUEVES	27/06/2013	290.00	15,340.64

Tabla 30
Resumen general de la excavación masiva del proyecto PLEXUS-Parte 2

Julio	Semana 24	LUNES	15/07/2013	64.00	15,404.64
		MARTES	16/07/2013	512.00	15,916.64
		MIERCOLES	17/07/2013	698.00	16,614.64
		JUEVES	18/07/2013	202.00	16,816.64
	Semana 25	MARTES	23/07/2013	469.00	17,285.64
		MIERCOLES	24/07/2013	721.00	18,006.64
		JUEVES	25/07/2013	719.00	18,725.64
		VIERNES	26/07/2013	551.00	19,276.64
Agosto	Semana 26	SABADO	27/07/2013	311.00	19,587.64
		MARTES	30/07/2013	29.00	19,616.64
		JUEVES	01/08/2013	698.00	20,314.64
		VIERNES	02/08/2013	326.00	20,640.64
	Semana 28	LUNES	12/08/2013	253.00	20,893.64
		MARTES	13/08/2013	215.00	21,108.64
		MIERCOLES	14/08/2013	497.00	21,605.64
		MARTES	20/08/2013	272.00	21,877.64
Septiembre	Semana 29	MIERCOLES	21/08/2013	249.00	22,126.64
		VIERNES	06/09/2013	112.00	22,238.64
		SABADO	07/09/2013	160.00	22,398.64
		VIERNES	13/09/2013	144.00	22,542.64
	Semana 31	MIERCOLES	18/09/2013	581.00	23,123.64
		JUEVES	19/09/2013	950.00	24,073.64
		VIERNES	20/09/2013	545.00	24,618.64
		SABADO	21/09/2013	467.00	25,085.64
Octubre	Semana 32	LUNES	23/09/2013	385.00	25,470.64
		MARTES	24/09/2013	174.00	25,644.64
		MIERCOLES	25/09/2013	461.00	26,105.64
		JUEVES	03/10/2013	299.00	26,404.64
	Semana 33	VIERNES	04/10/2013	60.00	26,464.64
		LUNES	21/10/2013	177.00	26,641.64
		MARTES	22/10/2013	604.00	27,245.64
		MIERCOLES	23/10/2013	361.00	27,606.64
Noviembre	Semana 34	JUEVES	24/10/2013	409.00	28,015.64
		VIERNES	25/10/2013	510.00	28,525.64
		LUNES	28/10/2013	341.00	28,866.64
		MARTES	29/10/2013	302.00	29,168.64
	Semana 35	MIERCOLES	30/10/2013	360.00	29,528.64
		JUEVES	31/10/2013	117.00	29,645.64
		JUEVES	14/11/2013	290.00	29,935.64
		VIERNES	15/11/2013	272.00	30,207.64
Noviembre	Semana 36	MARTES	19/11/2013	253.00	30,460.64
		MIERCOLES	20/11/2013	224.00	30,684.64
		VIERNES	22/11/2013	311.00	30,995.64
		MARTES	26/11/2013	123.00	31,118.64
	TOTAL:			31,118.64	

Nota: Se ha realizado la toma de data general de las tablas previas para un resumen de todo el proceso de excavación masiva. Adaptado de las tablas anteriores en un resumen diaria de los sistemas de conformación de rampas y faja transportadora.

Con los datos tomados en la tabla anterior se realizó un diagrama general mediante el resumen diario de todo el proyecto en la etapa de eliminación de material de los 7 sótanos representados en la *figura 64*. Revisar el *anexo 14 y 15* para una mejor representación.

3.3 Proyecto 3: Alto Verde

Figura 65. Proyecto Altoverde. Adaptado de Brochure online del proyecto ALTO VERDE, 2017

3.3.1 Alcance

3.3.1.1 Descripción

El Proyecto de Alto Verde es una Casa Club de uso multifamiliar que cuenta con un área de lote de un aproximado de 788.5 m² la que contara un área construida de 10851. 4 m² con departamentos divididos en 17 pisos, que presentaran un área entre 63 m² y 126 m².

El proyecto se encuentra ubicado en la Urb. Parque Residencial, distrito Pueblo Libre, provincia y departamento de Lima en la Av. Antonio José de Sucre muy próximo a los distritos de Magdalena del Mar, San Miguel y Jesús Maria, siendo una zona netamente urbana presenta una zonificación de uso Comercial Zonal (CZ), Multifamiliar (RCD) y conjunto residencial visualizada en la *figura 66*.

Figura 66. Ubicación del Proyecto Alto Verde. Adaptado de Google Maps, 2017

3.3.1.2 Características

Tabla 31

Características general del proyecto ALTOVERDE

Nombre del Proyecto	Proyecto ALTO VERDE	
Inmobiliaria	Creativa	
Constructora	Creativa	
Ubicación	Av. Antonio José de Sucre 339	
	Distrito	Pueblo Libre
	Provincia	Lima
	Departamento	Lima
Tiempo de Ejecución	496 días	
	Inicio	02/05/17
	Termino	30/11/18
Área del Terreno	788.5 m2	
Área Construida	10851.4 m2	
Pisos	17 pisos	
	Departamentos	86
Sótanos	4 sótanos	
	Estacionamientos	84

Nota: Se ha realizado con la descripción del proyecto, indicando el nombre, inmobiliaria, constructora, ubicación, tiempo de ejecución, área del terreno, área construida, pisos y sótanos. Adaptado del cartel informativo de obra e información brindada del ingeniero Jose Guerrero.

En Líneas Generales con respecto a la **tabla 31**, el proyecto Alto Verde es una edificación de 17 pisos que cuenta con 86 departamentos y presenta 4 sótanos ubicada en la Av. Antonio José de Sucre en el Distrito de Pueblo Libre y que presenta varios tipos de departamentos que van de 63 m² a 126 m².

3.3.2 Especificaciones técnicas

3.3.2.1 Obras provisionales

3.3.2.1.1 Demolición

El proyecto Alto Verde es una edificación como se ha explicado en el subcapítulo 3.3.1. que presenta un área de 788.50 m². Como en todo proyecto en una zona comercial y además en una avenida principal para un inicio de obra se va a presentar edificaciones existentes como en la **figura 67**, las que deberán ser eliminadas para la construcción de una nueva edificación. En este caso se inició con la demolición de la casa existente que presentaba los parámetros y áreas pertinentes para el proyecto.

Figura 67. Edificaciones Existentes que pertenecían al terreno del proyecto ALTO VERDE. Adaptado de Google Maps, 2017

3.3.2.1.2 Trabajos preliminares

Los trabajos preliminares comprenderán todo trabajo necesario para la correcta iniciación del proyecto, sobre todo para el inicio del programa de las actividades de la obra. Estas actividades comprenden todo el reconocimiento, exploración y estudios que brindaran datos

o antecedentes necesarios para poder determinar los trabajos o las limitaciones que se tendrá al realizar una actividad inicial, como es el caso de las excavaciones masivas. Lo que permitirá el correcto diseño de la obra para, como se explicó líneas adelante el estudio del programa de trabajos.

3.3.2.1.3 Instalaciones provisionales

Actividades relacionadas a las instalaciones de agua, desagüe y luz, las que se van a realizar mediante permiso pertinente con la municipalidad y las empresas proveedoras de estos servicios autorizados.

3.3.2.1.4 Limpieza del terreno

Como se ha realizado las actividades de demolición por una edificación existente para el inicio de este proyecto ALTO VERDE, se ha realizado la limpieza del terreno, lo cual permitirá la buena circulación y la colocación de las maquinarias para el inicio de excavaciones profundas para los primeros anillos, como también la circulación de los obreros y vías de seguridad.

3.3.2.1.5 Trazado y replanteo

Actividad en la que se traslada la planta de los planos del proyecto en el terreno, las que por demolición se deberán replantear las medidas acordes con las tomadas en el terreno ya limpiado, las que deberán ser correctas con las medidas en obra que en el plano.

3.3.2.2 Movimiento de tierra

3.3.2.2.1 Excavación masiva

La excavación se va a realizar con maquinaria pesada, la que se usara hasta el nivel que el subcontratista lo vea conveniente o más eficiente con el uso de metodología por cada nivel de sótano, con la finalidad de llegar al cuarto sótano.

3.3.2.2.2 Excavación puntual

Excavación que se desarrolla manual, mediante uso de equipos manuales para el perfilado del terreno, la que no se va usar la maquinaria pesada no cuente con la accesibilidad para realizar dicho trabajo.

3.3.2.2.3 Eliminación excedente

Actividad que se va a desarrollar para la eliminación de material que no se va usar, proceso que también se desarrollara en paralelo con la excavación masiva, para desarrollar un buen trabajo con el equipo de maquinarias, instalación de materiales, así como el tránsito peatonal y de equipos, evitando tiempos perdidos o tiempos muertos para el proceso de excavación.

3.3.3 Proceso constructivo de excavación

La excavación como en los capítulos anteriores y en el capítulo de marco teórico, es un proceso necesario para el movimiento y extracción de material de suelo o terreno, con la finalidad de llegar a nivel de sótano que se solicita en el proyecto.

En ALTO VERDE se ha realizado los trabajos preliminares y provisionales indicados anteriormente para un buen desarrollo del proceso de excavación, previendo la cantidad y la disponibilidad de área para un buen desarrollo de la actividad, además de un análisis de las metodologías o sistemas a realizar para cada nivel de sótano que el proyecto lo requiera, en este caso se solicita una cantidad de 4 sótanos con un nivel de profundidad de aproximadamente de 13 metros.

Para el desarrollo de la excavación en el proyecto ALTO VERDE se ha realizado los siguientes procesos:

- a. Planificación de las actividades a realizar frente a los recursos humanos y a los equipos.
- b. Verificación del layout de excavación, para la ubicación de la zona de acarreo y salidas de los vehículos, además del personal, así como zona de almacenamiento de materiales de construcción y zonas seguras.
- c. Organización de los sistemas que se van a desarrollar tomadas en reunión con la Oficina técnica.
- d. Prever elementos auxiliares como escaleras, maquinarias de movimiento de tierras, sistemas de protección de seguridad personal y colectiva y de las instalaciones provisionales; así como los espacios de movimiento de maquinaria.

El desarrollo de estos pequeños procesos permite realizar la actividad en el tiempo que se ha previsto en el proyecto y con menor probabilidad de riesgo y accidentes.

3.3.3.1 Condiciones geotécnicas

El terreno se encuentra constituido de conglomerados de cantos de grava, arenas y escasos porcentajes de limos y arcillas, con regular porcentaje de bolones; subredondeados a redondeados, de naturaleza mayormente intrusiva y volcánica.

Para un mejor estudio geotécnico se ha realizado el uso de calicatas y auscultación. Para la calicata C-1 vista en la **figura 68** con nivel de arranque de ± 0.00 con referencia a nivel de vereda de la Av. Sucre se encontraron 2 estratos bien definidos hasta la profundidad de exploración de 3 m. En la primera profundidad hasta el nivel -1.20 m se halló un material arcilloso, sin presencia de grava, en estado seco, de un color marrón claro, semicompactado y de mediana plasticidad. En la última profundidad explorada hasta el nivel -3.00 m se halló una mezcla mal graduada de grava en una matriz arenosa medianamente compactada, de un color gris, en estado seco, con presencia de gravas subredondeadas de tamaños máximos hasta de 12". Para la calicata C-2 de la **figura 69** se registró los mismos datos.

Figura 68. Ubicación de la calicata C-1. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017

Figura 69. Ubicación de la Calicata C-2. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017

Se efectuaron auscultaciones con el uso de un penetrometro portátil, instrumento certificado de lectura directa que se visualiza en la **figura 70**. se ha logrado confirmar los datos presentados anteriormente sobre la geología del terreno.

Figura 70. Auscultación, uso del penetrometro portátil. Adaptado del estudio de suelos del edificio multifamiliar por Manuel Prado Meza/Ingenieros Consultores, 2017

Para representar cada estudio realizado para la identificación del perfil del suelo en base a las calicatas y las auscultaciones se van a presentar en el **anexo 16**, donde refleja la exploración de suelos de los 3 estudios realizado por Manuel Prado Meza-Ingenieros Consultores.

3.3.3.2 Terrenos colindantes

Como en todo proyecto que se piensa desarrollar una actividad de excavación que produce riesgo para terrenos colindantes, como lo requiere ALTO VERDE para la ejecución de 4 sótanos con una profundidad de 13 metros, se ha realizado el mapeo de los terrenos colindantes.

ALTO VERDE presenta 6 terrenos aledaños de las que se presentan 2 viviendas unifamiliares, 3 quintas que son viviendas unifamiliares y un multifamiliar que se encuentra en la parte posterior del terreno de la obra y la Av. Antonio José de Sucre.

De estos terrenos vecinos del proyecto presentan la siguiente cantidad de sótanos:

- a. Vivienda Unifamiliar ubicada al costado derecho del proyecto presenta una edificación de 3 pisos.

- b. La quinta, vivienda unifamiliar, ubicada a la espalda del terreno anterior presenta 2 pisos.
- c. La quinta, vivienda unifamiliar, ubicada a la espalda del terreno ya mencionado presenta al igual que la primera quinta 2 pisos.
- d. Los dos terrenos vecinos que se encuentran en el lado izquierdo del proyecto son viviendas unifamiliares, la que se encuentra en la misma avenida es de uso comercial, que presentan 2 pisos.
- e. El terreno que se encuentra a la espalda del proyecto ALTO VERDE es una edificación que presenta 7 pisos y es un multifamiliar, que no cuenta con sótanos.

De la descripción redactada anteriormente se puede visualizar con mayor detalle en la siguiente **figura 71**.

Figura 71. Planta General del proyecto ALTO VERDE de los terrenos colindantes. Adaptado de Planos de Ubicación ALTO VERDE, 2017

3.3.3.3 Metodologías de excavación

Para el desarrollo de las excavaciones profundas se ha realizado con la contratación de una empresa dedicada plenamente para las actividades de movimiento de tierras. La decisión de la metodología a usar en el proyecto para la ejecución de los 4 sótanos de ALTO VERDE fueron decisiones tomadas por la oficina técnica en base a las experiencias de proyectos anteriores.

El sistema por emplearse para la excavación profunda de los 4 sótanos es:

- a. Conformación de Rampas, para los dos primeros sótanos. (Una Excavadora)
- b. Sistemas de pasamanos, para el tercer y cuarto sótano. (Dos excavadoras)

La profundidad de cada anillo de la edificación ALTO VERDE, según las metodologías se van a desarrollar de la siguiente manera como lo demuestra la **Tabla 32**, llegando a una profundidad máxima de 15 metros.

Tabla 32
Desarrollo de las metodologías por cada anillo.

Anillo	Profundidad	Metodología
Anillo 1	-2.50	Conformación de Rampas
Anillo 2	-2.50	Conformación de Rampas
Anillo 3	-3.00	Conformación de Rampas
Anillo 4	-3.00	Pasamanos o Faja Transportadora

Nota: Se ha realizado el desagregado por sistema de excavación de cada anillo, indicando la metodología. Se está evaluando la posibilidad de usar el método de faja transportadora para los dos últimos anillos. Adaptado de la información tomada por parte del ingeniero residente, José Guerrero.

Para el desarrollo mediante rampas para los dos primeros sótanos se ha previsto por el área a desarrollar la excavación, el tipo de suelo, profundidad de los dos primeros sótanos y además del rendimiento que va a tener una excavadora en los dos primeros anillos.

El uso del sistema de rampas para los dos primeros anillos se ha tomado las medidas adecuadas en cuanto a las señalizaciones para una buena evacuación y circulación de la maquinaria pesada que se utiliza en el acarreo de material.

Figura 72. Proceso de Excavación e inicio del segundo anillo con excavadora. Imagen tomada en obra Alto Verde en plena visita, 2017

Como en los proyectos anteriores el desarrollo de las excavaciones mediante conformación de rampa con una retroexcavadora se debe contar con el equipo adecuado, además de la elaboración de un layout logístico representadas en el **anexo 17** de la entrada de las maquinarias para la eliminación del material excedente. Se tiene una modelación con sketchup que representa el sistema de conformación de rampa en el proyecto en la **figura 73**.

Figura 73. Modelación de la excavación con rampa para el primer anillo. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018.

Figura 74. Modelación de la excavación con faja transportadora. Adaptado de Modelado en Sketchup por Arq. Raymondi, 2018.

Para el desarrollo de los últimos sótanos, aún se está realizando la posibilidad del uso de la metodología de faja transportadora, ya que presentaría una mejor producción. Por el momento se piensa desarrollar por la metodología del pasamano mediante banquetas con el uso de 2 excavadoras, una representación con Sketchup demuestra cómo se llevaría a cabo dicho sistema en la **figura 74**. En el **anexo 18** se tiene el layout logístico de las posibles zonas de carguío, acarreo y eliminación, si se realizaría con la metodología de faja transportadora.

El problema principal por el cual aún se debate que metodología usar en los dos últimos sótanos es al equipo a usarse, ya que con respecto al desplazamiento que esta tiene presentaría un menor rendimiento debido al tipo de maquinaria a usarse que sería enllantada y presentaría una menor estabilidad en el terreno como se puede ver en la **figura 75**.

Figura 75. Excavación con la metodología de conformación de rampa con una excavadora. Imagen tomada en obra Alto Verde en plena visita, 2017.

3.3.4 Cronograma de actividades

En el proyecto de ALTO VERDE se ha desarrollado un cronograma general para la ejecución de toda la obra, pero nuestro proyecto de investigación se centra en el proceso de excavación.

En el cronograma de actividades del proceso de excavación para el desarrollo de los 4 sótanos presentada en la **figura 76**, se ha realizado mediante una toma de decisión frente a las metodologías a emplear para cada anillo según la oficina técnica basándose en experiencias de anteriores proyectos.

En el cronograma de actividades de movimiento de tierra se van a reflejar el tiempo de duración de cada anillo, además de la fecha de inicio y final de cada sótano.

Proyecto - ALTO VERDE																														Observaciones
MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE						
SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA										
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Construcciones Preliminares																												30 días		
Construcciones Provisionales																												30 días		
Sotano 1																												30 días		
Sotano 2																												28 días		
Sotano 3																												25 días		
Sotano 4																												26 días		

Figura 76. Cronograma de movimiento de tierras del proyecto ALTO VERDE. Adaptado de Cronograma General del proyecto ALTO VERDE, 2017

Como se puede apreciar en el cronograma detallado de la actividad de excavación profunda para el proyecto de ALTO VERDE el proceso de movimiento de tierra tuvo una duración de 119 días aproximadamente. La ejecución de la actividad de excavación de sótanos está dividida por nivel y están representados por distintos colores, cabe resaltar que acá se incluye las actividades de producción de placa y anclaje de las mismas.

3.3.5 Registro de datos

En este inciso como en los demás proyectos ya mencionados y redactados se realizará con la toma de la data con respecto a lo recolectado en el proyecto ALTO VERDE sobre la eliminación diaria de material excedente, la que será dividida y resumida en volumen diario y semanal de excavación, las cuales serán descritas por metodologías y por anillo como los anteriores proyectos.

En el proyecto ALTO VERDE se están desarrollando dos métodos de excavación masiva las que son por el método de conformación de rampas y mediante pasamanos, esta última aun en evaluación para usarse el método de la faja transportadora. En los siguientes subcapítulos se realizará con el desarrollo de la toma de datos por semana de cada metodología iniciando por el método de rampas.

3.3.5.1 Eliminación diaria de rampas

Para el registro de la eliminación de material mediante Rampas se ha realizado la recolección diaria por anillo, la cual se ha considerado el número de volquete, tiempo de carguío y acarreo del material excedente, fecha de trabajo, volumen eliminado y factor de esponjamiento. Además, se tomará en cuenta el horario permitido por la municipalidad de Pueblo Libre que permite una hora de trabajo de 8 am a 5 pm. A continuación, se van a presentar la data recolectada en el primer anillo por el método de conformación de rampas:

Tabla 33

Primera semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.

			04/08/2017		05/08/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)						
1	C3Q-860	19	4	76,0	3	57,0	7,0	133,0
2	W3S-817	20	3	60,0	4	80,0	7,0	140,0
3	A3A-868	20	1	20,0		0,0	1,0	20,0
4	A3A-868	18		0,0	4	72,0	4,0	72,0
5	F10-839	20	1	20,0		0,0	1,0	20,0
6	F3C-743	20		0,0	3	60,0	3,0	60,0
			9	176,0	14	269,0	23	445,0

Tabla 34

Segunda semana de eliminación masiva mediante conformación de rampas

			07/08/2017		08/08/2017		10/08/2017		11/08/2017		12/08/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)												
	C3Q-860	19	6	114,0	3	57,0	3	57,0	7	133,0	2	38,0	21	399,0
	A3A-868	18	6	108,0	3	54,0	3	54,0	4	72,0	2	36,0	18	324,0
	W3S-817	20	6	120,0	3	60,0	3	60,0	7	140,0	3	60,0	22	440,0
	F10-839	20	5	100,0	3	60,0	3	60,0	6	120,0	2	40,0	19	380,0
	F3C-743	20	5	100,0	3	60,0		0,0	1	20,0		0,0	9	180,0
	TIW-883	20		0,0	1	20,0		0,0		0,0	2	40,0	3	60,0
			28	542,0	16	311,0	12	231,0	25	485,0	11	214,0	92	1.783,0

Tabla 35

Tercera semana de eliminación masiva mediante conformación de rampas en el primer anillo

			14/08/2017		15/08/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)						
	C3Q-860	19	4	76,0	1	19,0	5	95,0
	A3A-868	18	4	72,0	1	18,0	5	90,0
	W3S-817	20	4	80,0	1	20,0	5	100,0
	F10-839	20		0,0		0,0	0	0,0
	F3C-743	20	4	80,0		0,0	4	80,0
	TIW-883	20	3	60,0		0,0	3	60,0
			19	368,0	3	57,0	22	425,0

Tabla 36

Cuarta semana de eliminación masiva con conformación de rampas

			24/08/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)				
1	W3S-817	20	5	100,0	5	100,0
2	C3Q-860	19	5	95,0	5	95,0
3	A3A-868	18	5	90,0	5	90,0
4				0,0	0	0,0
5				0,0	0	0,0
6				0,0	0	0,0
			15	285,0	15	285,0

Tabla 37
Quinta semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.

			02/09/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)				
1	C3Q-860	20	3	60,0	3	60,0
2	W3S-817	19	3	57,0	3	57,0
3	A3A-868	18	3	54,0	3	54,0
4				0,0	0	0,0
5				0,0	0	0,0
6				0,0	0	0,0
			9	171,0	9	171,0

Tabla 38
Sexta semana de excavación masiva mediante conformación de rampas.

			04/09/2017		05/09/2017		ACUMULADO SEMANAL	
ITEM	DESCRIPCION VOLQUETE		Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR DIA	Nº VIAJES	VOLUMEN POR SEMANA
	PLACA	VOLUMEN (m³)						
1	W3S-817	20	5	100,0	1	20,0	6	120,0
2	C3Q-860	19	5	95,0	1	19,0	6	114,0
3	A3A-868	18	5	90,0	1	18,0	6	108,0
4	F10-839	20	4	80,0	1	20,0	5	100,0
5	F3C-743	20	3	60,0	1	20,0	4	80,0
6				0,0		0,0	0	0,0
			22	425,0	5	97,0	27	522,0

Nota: Data realizada en obra durante las semanas de excavación masiva. Adaptado de los formatos de control de volquetes del proyecto ALTOVERDE.

3.3.5.2 Eliminación diaria con el sistema de conformación de banquetas

Para la ejecución de los últimos sótanos se ha realizado mediante el uso de conformación de banquetas, esto conforme al área del terreno y la necesidad de menor costo en el proceso de excavación.

Para el desarrollo del sistema de excavación masiva con conformación de Banquetas se ha realizado con 2 excavadoras, una dentada y otra enllantada, lo que se ha usado en cada nivel de banqueteta. Como en los proyectos anteriores se ha realizado con la toma de data, tomando en cuenta el número de Placa del volquete, volumen en m³ cargado, número de viajes y el volumen por día realizado de cada semana, lo que se realizará un resumen, pero se tendrá todo el análisis diario en los *anexos 19 y 20*.

3.4 Proyecto 4: Parque Alameda

Figura 77. Fachada Principal del proyecto Parque Alameda. -Jesús María. Adaptado de buscador web google, 2017

3.4.1 Alcance

3.4.1.1 Descripción

Este proyecto presenta un área de 830 m² aproximadamente. Es una edificación de 21 pisos, la cual consta con 6 departamentos cada piso, las cuales son de 2 y 3 dormitorios, desde 63.5 a 76 m² y dúplex hasta 153.5 m². Es una construcción antisísmica, con una excelente distribución, vista panorámica desde el piso 21 y otras áreas comunes. También, un espacio de 150 m² de áreas verdes. El parque interior cuenta con una iluminación arquitectónica, jardines verticales y pérgolas.

3.4.1.2 Características

Tabla 39
Características generales del proyecto Parque Alameda

Nombre del Proyecto	Proyecto Parque Alameda	
Inmobiliaria	Proyecto y Construcciones Lugano	
Constructora	Proyecto y Construcciones Lugano	
Ubicación	Av. Cuba N°552, N°560 y N°568	
	Distrito	Jesús María
	Provincia	Lima
	Departamento	Lima
Tiempo de Ejecución	-	
	Inicio	-
	Termino	-
Área del Terreno	830 m2	
Área Construida		
Pisos	21	
	Departamentos	117
Sótanos	5 sótanos	
	Estacionamientos	100

Nota: Se ha realizado con la descripción del proyecto, indicando el nombre, inmobiliaria, constructora, ubicación, tiempo de ejecución, área del terreno, área construida, pisos y sótanos. Adaptado del cartel informativo de obra e información brindada del ingeniero Oscar Ureta.

Con respecto a la **tabla 39** se puede detallar en líneas generales que es una edificación de 21 pisos y 5 sótanos con una cantidad de 117 departamentos y 100 estacionamientos. El proyecto Parque Alameda, es un proyecto inmobiliario que se encuentra ubicado en la Av. Cuba N° 552,560 y 568. Un lugar céntrico, corazón del distrito de Jesús María, a unos pasos de la Av. Salaverry. También está muy cerca a grandes centros comerciales, colegios, institutos, universidades, hospitales, mercados, etc. como se muestra en la **figura 78**.

Figura 78. Ubicación del Proyecto Edificio Parque Alameda. Adaptado de Google Maps, 2017

3.4.2 Proceso constructivo

Para el desarrollo del proceso de excavación masiva para el proyecto de Parque Alameda se realizó mediante el uso de 2 sistemas de excavación masivas para la ejecución de 5 sótanos llegando a una profundidad máxima de -16.8 m.

Para la estabilización del terreno durante el proceso de excavación se ha realizado mediante el uso de muros anclados, un sistema de estabilidad de taludes muy común en los proyectos ya desarrollados como estudio.

Como en los proyectos anteriores se tuvo que realizar actividades previas para la excavación masiva:

- Planificación de las partidas necesarias para cada excavación.
- Coordinación de distintas actividades y responsables.
- Realizar el layout logístico del proceso de movimiento de tierra.
- Ubicación de las líneas de acceso y zonas seguras en el proyecto.
- Previsión de los elementos auxiliares colectivos y sistemas de protección y seguridad.

3.4.2.1 Condiciones geotécnicas

El estudio del suelo del terreno fue realizado por el Ing. Arturo Aquino Meléndez, que ayuda a comprender un poco en resumen general las condiciones geotécnicas del proyecto.

La estratigrafía natural que se ha encontrado está conformada por material grava mal graduada, de origen fluvio aluvial, en estado semidenso. Presenta un material escaso húmedo

y color gris oscuro. El resumen del completo estudio de suelo del proyecto Parque Alameda se verá reflejada en la **tabla 40**.

Tabla 40
Resumen del estudio de suelo del proyecto Parque Alameda

Resumen de Estudio del Suelo	
SUCS	Grava mal Graduada (GP)
Capacidad de Carga	4,40 kgs/cm ²
Profundidad Minima de la cimentacion	1,40 mts. Debajo del sotano mas bajo
Clasificacion RNE	S1 Suelo muy rigido
Factor de Suelo	1
Profundidad Investigada	20 mts
Asentamiento Inmediato	0,82 cm
Sales	No presenta

Nota: Se ha realizado el resumen del estudio de suelo del proyecto Parque Alameda. Adaptado del estudio de suelo del Proyecto Parque Alameda por Manuel Prado Meza.

3.4.2.2 Terrenos colindantes

Los terrenos presentes en el proyecto Parque Alameda como todos los proyectos ya estudiados deben ser mapeados para una buena ejecución de la actividad de excavación profunda, con la finalidad de no ocasionar algún problema con los terrenos vecinos, además de verificar que sistema de estabilidad de talud se deberá usar para los primeros anillos.

Presenta 6 terrenos colindantes que rodean al proyecto Parque Alameda además de la Av. Cuba que se encuentra la entrada del proyecto. De los 6 Terrenos se presenta edificaciones mayores a 3 pisos de carácter comercial y multifamiliar, además de una edificación de 4 pisos de carácter empresarial que esta al costado del proyecto como se puede apreciar en la figura 79.

Tabla 41
Resumen de metodologías de excavación por nivel de sótano

Anillo	Nivel	Método de Eliminación
1	-3.7	Conformación de Rampa DR
2	-7.4	Conformación de Rampa RI
3	-11.1	Pasamanos Con Banqueta
4	-15.75	Pasamanos Con Banqueta

Nota: Se ha realizado el desagregado por sistema de excavación de cada anillo, indicando la metodología. Adaptado de información brindada por el Ing. De Campo, Oscar Ureta.

Para la realización con estos sistemas, como toda previsión en los proyectos de estas magnitudes se ha realizado con el layout logístico del proceso de excavación de cada tipo de sistema en cada nivel, elaborados mediante propia descripción de los ingenieros del proyecto ver **anexo 21**.

Para la conformación de rampas se ha verificado el tipo de terreno en la que se va a realizar la excavación. Además del mapeo de los terrenos colindantes si estas presentan algún tipo de cimentación profunda, así como muros pantalla, para realizar una buena excavación y realizar las medidas de seguridad y la programación de actividades que se va a desarrollar.

3.4.3 Cronograma de actividades

Como en los anteriores proyectos estudiados de las que se han recolectado la data de eliminación masiva en Parque Alameda se va a realizar con el mismo procedimiento, se recolectará la información del proceso de excavación masiva para los 5 sótanos que se va a desarrollar en el proyecto Parque Alameda solo se va a centrar en el proceso de movimiento de tierras la que se va a representar en la siguiente **tabla 42**.

Tabla 42
Cronograma de actividades del proyecto Parque Alameda

		PROYECTO PARQUE ALAMEDA- Cronograma de Actividades																				Observaciones	
		Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio					
		Semana				Semana				Semana				Semana				Semana					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Eliminacion Masiva																							60 dias
Anillo 1																							21 dias
Anillo 2																							7 dias
Anillo 3																							13 dias
Anillo 4																							19 dias

Nota: Se ha realizado el cronograma de acuerdo a la primera etapa de excavación y estabilidad de terreno.
Adaptado del cronograma de actividades brindado por el ingeniero de campo Oscar Ureta.

3.4.4 Registro de datos

En este subcapítulo se realizará el registro y control del volumen excavado por día del proyecto Parque Alameda, lo que será resumido en un cuadro diario y semanal con todo el registro necesario para el análisis de las ratios que como objetivo presenta este proyecto de tesis, las que serán realizadas por método y anillo del proyecto.

En el Proyecto Parque Alameda, como se ha explicado capítulos anteriores, va a desarrollar la excavación de los 4 anillos mediante dos sistemas de excavación profunda, las que son el sistema de conformación de rampas para los 2 primeros anillos y el sistema de Pasamanos con Banqueta mediante banquetas para los 2 últimos anillos. La que se presentará en los siguientes subcapítulos.

3.4.4.1 Eliminación diaria con conformación de rampas

Para la toma de datos de la eliminación diaria mediante conformación de rampas se ha tomado en cuenta con el número de volquete, volumen eliminado por volquete, fecha de trabajo, factor de esponjamiento. Además del horario permitido por la municipalidad del distrito de Jesús María, la que solo permite la eliminación de material de 8 am a 5 pm, pero se tomó un promedio de 8 horas como en todos los proyectos anteriores en el tiempo de eliminación.

- a. Para la realización del primer anillo tuvo un tiempo de ejecución de 5 semanas seguidas.
- b. Para la ejecución del segundo anillo se ha realizado durante 3 semanas de trabajos, las semanas de trabajo fueron seguidas.

Las que se ven reflejadas en la **tabla 43** de resumen semanal y de manera más general diariamente en la **tabla 44**.

Tabla 43
Resumen de eliminación por semana mediante conformación de rampa

DESCRIPCIÓN	ACUMULA ANTERIOR	ELIMINACION MASIVA								TOTAL
		Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	
ELIMINACIÓN TOLVA		1.479,50	1.210,00	73,00	476,5	1.032,00	1.400,50	1.774,50	600,50	8.046,5
ELIMINACIÓN BANCO	0,00	55,83	45,66	2,75	17,98	38,94	52,85	66,96	22,66	303,64
PORCENTAJE		18,39%	15,04%	0,91%	5,92%	12,83%	17,41%	22,05%	7,46%	100%

Factor de esponjamiento 1,3

Nota: Información semanal de la eliminación mediante conformación de rampas. Adaptado por la tabla 39 resumida semanalmente con un factor de esponjamiento de 1.3.

Tabla 44
Resumen diario de excavación profunda por rampa

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PARQUE ALAMEDA - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Febrero	Semana 1	MIERCOLES	01/02/2017	477.50	477.50	
		JUEVES	02/02/2017	630.00	1,107.50	
		VIERNES	03/02/2017	372.00	1,479.50	
	Semana 2	LUNES	06/02/2017	457.00	1,936.50	
		MARTES	07/02/2017	188.50	2,125.00	
		MIÉRCOLES	08/02/2017	396.5	2521.5	
		VIERNES	10/02/2017	116.00	2,637.50	
	Semana 3	SÁBADO	11/02/2017	52.00	2,689.50	
		JUEVES	16/02/2017	54.00	2,743.50	
		VIERNES	17/02/2017	19.00	2,762.50	
	Semana 4	MARTES	21/02/2017	113.50	2,876.00	
		MIERCOLES	22/02/2017	138.00	3,014.00	
		JUEVES	23/02/2017	57.00	3071.00	
		VIERNES	24/02/2017	111.00	3,182.00	
	Semana 5	SÁBADO	25/02/2017	57.00	3,239.00	
		LUNES	27/02/2017	19.00	3,258.00	
		MARTES	28/02/2017	194.00	3452.00	
Marzo	Semana 5	MIERCOLES	01/03/2017	55.00	3,507.00	
		JUEVES	02/03/2017	208.50	3,715.50	
		VIERNES	03/03/2017	571.00	4,286.50	
	Semana 6	VIERNES	10/03/2017	823.50	5,110.00	
		SABADO	11/03/2017	560.00	5670.00	
	Semana 7	LUNES	13/03/2017	878.50	6,548.50	
		MARTES	14/03/2017	534.00	7,082.50	
		JUEVES	16/03/2017	362.00	7,444.50	
	Semana 8	MARTES	21/03/2017	304.00	7748.50	
		MIERCOLES	22/03/2017	311.50	8,060.00	
		MARTES	18/04/2017	470.50	8,530.50	

Nota: Se ha realizado la toma de data diaria de eliminación con el sistema de conformación diaria. Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto Parque Alameda con el sistema de conformación de rampas.

Como el proceso de cada proyecto se ha desarrollado el resumen obteniendo los siguientes gráficos, los cuales serán analizados en el capítulo siguiente para su estudio y determinar el objetivo del proyecto de tesis.

Para el sistema de conformación de rampas se ha desarrollado durante un periodo de 8 semanas, las que como número de viajes se tiene el siguiente gráfico de barras y el grafico de cantidad de volumen eliminado las que son las *figuras 80 y 81* que han sido realizadas por la *tabla 45* de Resumen diario de excavación profunda mediante conformación de rampas.

Figura 80. Número de viajes realizados por conformación de rampas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017

Figura 81. Volumen de material eliminado por día mediante conformación de rampa. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017

El volumen eliminado mediante conformación de rampa se ve la similitud del desarrollo con el número de viajes realizados con el mismo sistema.

Además, se ha realizado la toma de datos de la capacidad de cada tipo de volquete que se ha utilizado en la eliminación de material para conformación de rampas que se representa en la **tabla 45** y un gráfico de torta según la proporción con respecto a la tabla de cada tipo de volquete en la **figura 82**.

Tabla 45

Resumen de los tipos de volquetes según la capacidad en m³ de cada volquete

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m ³)	Nº de viajes
I	29	2
II	27	3
III	26,5	22
IV	26	16
V	25,5	4
VI	25	34
VII	24	6
VIII	24,5	74
IX	22	10
X	21,5	24
XI	21	1
XII	20	55
XIII	19,5	3
XIV	19	55
XV	18	4
XVI	18,5	6
XVII	18	24
XVIII	17,5	2
XIX	17	21
XX	16	2

Nota: Se ha realizado el desagregado por capacidad y número de viajes de los volquetes en uso, indicando el tipo de volquete de acuerdo a la capacidad. Adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Figura 82. Gráfico circular de los tipos de volquete según capacidad en porcentaje. Adaptado de los datos registrados de la tabla 46 por investigación propia, 2017

3.4.4.2 Eliminación diaria metodología Pasamanos

Para el levantamiento de los datos con el sistema de eliminación mediante Pasamanos con banquetas, se han tomado las mismas medidas y controles que el sistema de conformación de rampas: el área del terreno que se ha considerado para la utilización de un sistema, el horario permitido por la municipalidad del distrito de Jesús María, el factor de esponjamiento, además de la cantidad de volumen por viaje de cada volquete. Las que se obtuvieron de resultado las **tablas 46 y 47** que respectan al resumen semanal y diario respectivamente.

Tabla 46

Resumen de excavación profunda por pasamanos con banquetas del Proyecto Parque Alameda.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PARQUE ALAMEDA - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Abril	Semana 12	MIERCOLES	19/04/2017	516.50	9,047.00	
		JUEVES	20/04/2017	513.00	9,560.00	
		VIERNES	21/04/2017	459.50	10,019.50	
		SÁBADO	22/04/2017	231.50	10,251.00	
	Semana 13	MARTES	25/04/2017	397.00	10,648.00	
		JUEVES	27/04/2017	605.50	11,253.50	
Mayo	Semana 14	MARTES	02/05/2017	253.50	11,507.00	
		MIERCOLES	03/05/2017	594.50	12,101.50	
	Semana 15	MARTES	09/05/2017	166.00	12,267.50	
		MIERCOLES	10/05/2017	389.00	12,656.50	
		JUEVES	11/05/2017	212.00	12,868.50	
		VIERNES	12/05/2017	321.00	13,189.50	
	Semana 17	MARTES	23/05/2017	315.00	13,504.50	
		MIÉRCOLES	24/05/2017	336.50	13,841.00	
		JUEVES	25/05/2017	243.00	14,084.00	
		VIERNES	26/05/2017	508.50	14,592.50	
	Semana 18	LUNES	29/05/2017	126.50	14,719.00	
		MARTES	30/05/2017	238.50	14,957.50	
		MIÉRCOLES	31/05/2017	381.00	15,338.50	
		VIERNES	02/06/2017	310.50	15,649.00	
Junio	Semana 19	SABADO	03/06/2017	276.00	15,925.00	
		LUNES	05/06/2017	458.50	16,383.50	
		MARTES	06/06/2017	186.50	16,570.00	
		MIERCOLES	07/06/2017	98.00	16,668.00	
	Semana 20	JUEVES	08/06/2017	459.00	17,127.00	
		LUNES	12/06/2017	270.50	17,397.50	
		MARTES	13/06/2017	146.50	17,544.00	
		MIERCOLES	14/06/2017	263.00	17,807.00	
	Semana 21	JUEVES	15/06/2017	318.00	18,125.00	
		VIERNES	16/06/2017	323.00	18,448.00	
		LUNES	19/06/2017	338.00	18,786.00	

Nota: Se ha realizado la toma de data diaria de eliminación con el sistema de Pasamanos. Adaptado de información in situ en base a control de eliminación de material del proyecto Parque Alameda con el sistema de pasamanos.

Tabla 47
Resumen de Eliminación Masiva mediante Pasamanos con banquetas.

DESCRIPCIÓN	ACUMULA ANTERIOR	ELIMINACION MASIVA									
		Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	TOTAL
ELIMINACIÓN TOLVA		2.191,00	1.002,50	828,00	1.108,0	1.402,50	1.332,50	1.209,50	1.321,00	338,00	10.733,0
ELIMINACIÓN BANCO		109,55	50,13	41,40	55,40	70,13	66,63	60,48	66,05	16,90	536,65
PORCENTAJE		20,41%	9,34%	7,71%	10,32%	13,07%	12,41%	11,27%	12,31%	3,15%	100%

Factor de esponjamiento 1,3

Nota: Información semanal de la eliminación mediante Pasamanos con Banquetas. Adaptado por la tabla 41 resumida semanalmente con un factor de esponjamiento de 1.3.

De haber realizado el resumen, se ha obtenido algunos diagramas que permitirá el desarrollo de una manera más apropiada y directa para el desarrollo del análisis de las ratios en el siguiente capítulo, que poco a poco se detallará en los inicios del capítulo 4.

Se realizó la obtención del diagrama del número de viajes y el volumen de material eliminado, las que como en todos los proyectos se ha llegado como resultado unos diagramas de igual desarrollo lo que se deduce que son directamente proporcional. Estos diagramas son las **figuras 83 y 84**.

Figura 83. Gráfico de barras del número de viajes mediante el método de Pasamanos con Banquetas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017

Figura 84. Volumen diario mediante el método de Pasamanos con Banquetas. Adaptado de los datos registrados por investigación propia, 2017

También se realizó con la toma de data de los tipos de volquetes según el volumen en la que se ha eliminado diariamente y se presentan en la siguiente **tabla 48**. Además, se realizó el diagrama circular según la proporción de todo el proyecto con respecto al tipo de volquete representada en la **figura 85**.

Figura 85. Grafico circular de la capacidad en M3 de los tipos de volquete. Adaptado de los datos registrados de la tabla 49 por investigación propia, 2017

Tabla 48
Descripción de uso de volquete según la capacidad

Descripción Uso Volquete		
Tipo	Capacidad (m3)	Nº de viajes
I	27	1
II	26.5	12
III	26	8
IV	25	24
V	24.5	50
VI	22	18
VII	21.5	39
VIII	21	1
IX	20.5	1
X	20	83
XI	19.5	13
XII	19	109
XIII	18.5	16
XIV	18	31
XV	17.5	27
XVI	17	104

Nota: Se ha realizado el desagregado por capacidad y número de viajes de los volquetes en uso, indicando el tipo de volquete de acuerdo a la capacidad. Adaptado de los formatos de eliminación según capacidad de los volquetes por propia investigación.

Recolectado toda la data de la eliminación de material de cada anillo se ha realizado una tabla general diaria, además de un Grafico general que se van a presentar en la **tabla 49** y la **figura 86**. Las que para una mejor visualización se van a representar en los **anexos 22 y 23**.

Con la gráfica que se va a presentar a continuación, se ha obtenido los siguientes datos con respecto a las eliminaciones de material del proyecto Parque Alameda diaria en la que presenta:

- Rendimiento Máximo: 878.50 m3
- Rendimiento Mínimo: 19.00 m3
- Rendimiento Promedio: 318.9 m3

Tabla 49

Resumen diario de la excavación masiva con respecto al proyecto PARQUE ALAMEDA.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PARQUE ALAMEDA - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Febrero	Semana 1	MIÉRCOLES	01/02/2017	477.50	477.50	
		JUEVES	02/02/2017	630.00	1,107.50	
		VIERNES	03/02/2017	372.00	1,479.50	
	Semana 2	LUNES	06/02/2017	457.00	1,936.50	
		MARTES	07/02/2017	188.50	2,125.00	
		MIÉRCOLES	08/02/2017	396.5	2521.5	
		VIERNES	10/02/2017	116.00	2,637.50	
		SÁBADO	11/02/2017	52.00	2,689.50	
	Semana 3	JUEVES	16/02/2017	54.00	2,743.50	
		VIERNES	17/02/2017	19.00	2,762.50	
	Semana 4	MARTES	21/02/2017	113.50	2,876.00	
		MIÉRCOLES	22/02/2017	138.00	3,014.00	
		JUEVES	23/02/2017	57.00	3071.00	
		VIERNES	24/02/2017	111.00	3,182.00	
		SÁBADO	25/02/2017	57.00	3,239.00	
	Marzo	Semana 5	LUNES	27/02/2017	19.00	3,258.00
			MARTES	28/02/2017	194.00	3452.00
			MIÉRCOLES	01/03/2017	55.00	3,507.00
Semana 6		JUEVES	02/03/2017	208.50	3,715.50	
		VIERNES	03/03/2017	571.00	4,286.50	
		VIERNES	10/03/2017	823.50	5,110.00	
Semana 7		SABADO	11/03/2017	560.00	5670.00	
		LUNES	13/03/2017	878.50	6,548.50	
		MARTES	14/03/2017	534.00	7,082.50	
Semana 8		JUEVES	16/03/2017	362.00	7,444.50	
	MARTES	21/03/2017	304.00	7748.50		
	MIÉRCOLES	22/03/2017	311.50	8,060.00		
Abril	Semana 12	MARTES	18/04/2017	470.50	8,530.50	
		MIÉRCOLES	19/04/2017	516.50	9,047.00	
		JUEVES	20/04/2017	513.00	9,560.00	
		VIERNES	21/04/2017	459.50	10,019.50	
	Semana 13	SÁBADO	22/04/2017	231.50	10,251.00	
		MARTES	25/04/2017	397.00	10,648.00	
Mayo	Semana 14	JUEVES	27/04/2017	605.50	11,253.50	
		MARTES	02/05/2017	253.50	11,507.00	
		MIÉRCOLES	03/05/2017	594.50	12,101.50	
	Semana 15	MARTES	09/05/2017	166.00	12,267.50	
		MIÉRCOLES	10/05/2017	389.00	12,656.50	
		JUEVES	11/05/2017	212.00	12,868.50	
	Semana 17	VIERNES	12/05/2017	321.00	13,189.50	
		MARTES	23/05/2017	315.00	13,504.50	
		MIÉRCOLES	24/05/2017	336.50	13,841.00	
		JUEVES	25/05/2017	243.00	14,084.00	
	Semana 18	VIERNES	26/05/2017	508.50	14,592.50	
		LUNES	29/05/2017	126.50	14,719.00	
		MARTES	30/05/2017	238.50	14,957.50	
MIÉRCOLES		31/05/2017	381.00	15,338.50		
Junio	Semana 19	VIERNES	02/06/2017	310.50	15,649.00	
		SABADO	03/06/2017	276.00	15,925.00	
		LUNES	05/06/2017	458.50	16,383.50	
		MARTES	06/06/2017	186.50	16,570.00	
	Semana 20	MIÉRCOLES	07/06/2017	98.00	16,668.00	
		JUEVES	08/06/2017	459.00	17,127.00	
		LUNES	12/06/2017	270.50	17,397.50	
		MARTES	13/06/2017	146.50	17,544.00	
	Semana 21	MIÉRCOLES	14/06/2017	263.00	17,807.00	
		JUEVES	15/06/2017	318.00	18,125.00	
		VIERNES	16/06/2017	323.00	18,448.00	
			LUNES	19/06/2017	338.00	18,786.00
			TOTAL:	18,786.00		

Nota: Se ha realizado la toma de data general de las tablas previas para un resumen de todo el proceso de excavación masiva. Adaptado de las tablas anteriores en un resumen diaria de los sistemas de conformación de rampas y faja transportadora.

Figura 86. Eliminación masiva de los sótanos diarios del proyecto Parque Alameda.

4 RATIOS DE PROCESOS DE EXCAVACION PROFUNDA

4.1 Definición

Los Ratios o también llamados indicadores, son datos que ayudan a demostrar el estado actual de una actividad, con la finalidad de conocer el estado del proceso y recoger datos de un periodo determinado para tener un seguimiento a lo largo del tiempo. Con esto se puede conocer la evolución del desempeño de un proceso, y se facilita la toma de decisiones y la identificación de resultados anormales o de tendencias positivas o negativas. Además, se puede fijar objetivos y valores de referencia para saber si nuestro proceso o actividad se desarrolla de manera correcta. Considerar que estos Ratios y factores, se explicarán más adelante fueron planteados y analizados con la asesoría y apoyo del Ing. Edy Caillahua, Ing. Jose Luis Guerrero, Ing. David Nuñez, Ing. Oscar Ureta, y con los representantes de empresas contratistas de movimiento de tierras de las empresas GRUPO CACEDA, GRUPO TYCH, BRANDOM S.A.C, OPROMINS S.A.C., ARPE, entre otros profesionales.

Como se ha explicado en el párrafo anterior, con la identificación de los indicadores o ratios estos van a permitir a registrar el desempeño de un proceso determinado. En este proyecto de investigación lo que se pretende es lo mismo, examinar el rendimiento de eliminación de material y los factores que influyen en una excavación y eliminación masiva con respecto a una metodología de eliminación.

4.2 Factores

$$\text{Ratio de Eficiencia por Proyecto} \frac{y}{o} \text{Anillo} = \frac{K * M * F * R}{H_i}$$

Donde:

K: Coeficiente De Ajuste (Adimensional).

M: Factor Metodología (En base a Rendimientos de los 4 proyectos, pero ajustados a la experiencia de profesionales y rendimientos del mercado) (Adimensional).

F: Factor Frontis. (En base a frente de trabajo del terreno) (Adimensional).

R: Factor Rendimiento Técnico (En base a Rendimientos de los 4 proyectos) (m3 / día).

Hi: Factor Profundidad (En base altura de muros anclados) (Adimensional).

Como se presenta en la formula, para la realización de nuestro análisis con la data recolectada de todos los casos de estudios presentados en el capítulo 3 de los 4 proyectos se van a necesitar 4 factores muy importantes de los que son:

- a. Factor de Metodología
- b. Factor de Frontis
- c. Factor de Rendimiento
- d. Factor de Profundidad

Estos factores serán definidos y explicados en los siguientes subcapítulos, detallando como se han obtenido cada uno, para su posterior análisis por anillo, metodología y proyecto. De esa manera, se determinará el desempeño que ha tenido cada proyecto en cuanto a su excavación masiva y eliminación masiva que forma parte de la partida de “Movimiento de tierras”.

4.2.1 Metodología

El factor de la metodología, como su nombre lo dice representa al método o sistema de eliminación que se va a utilizar en cada proyecto de estudio, este factor se determinará tomando como base los datos de entrada de las tablas de “Inspección de excavación y eliminación masiva” de los proyectos Stelar, Plexus, Altoverde, Parque Alameda que forman parte de los anexos 10, 14, 19 y 22 respectivamente. Esta data se analiza y se procesa de tal manera que se eliminan datos de volúmenes eliminados para poder obtener nuevos rendimientos promedio y máximos más acorde con los rendimientos vistos en el mercado de excavaciones y eliminaciones de otros proyectos, este proceso se de ajuste o afinamiento se hace con el respaldo de profesionales con experiencia en proyectos de edificaciones multifamiliares y de oficinas con presencia de sótanos y con el asesoramiento de especialistas en excavaciones y eliminaciones masivas en zonas confinadas. Tener en consideración las condiciones de que los proyectos se encuentran en zonas confinadas, áreas de 700 – 1200 m², ubicados en lima metropolitana, edificaciones tipo multifamiliares y oficinas. Finalmente, de acuerdo a cada metodología obtener un factor proporcional.

Como ya se explicó en líneas anteriores que para obtener los valores finales de los rendimientos a analizar de los 4 proyectos, se requiere el apoyo y asesoramiento de de expertos con experiencia en movimiento de tierras, los cuales serán: 10 Ingenieros Civiles

con cargo de “RESIDENTES DE OBRA, INGENIEROS DE CAMPO Y PRODUCCION”, un supervisor de campo de la empresa “ARPE”, el Gerente General de la empresa “GRUPO TYCH”, el Gerente General de la empresa “GRUPO CACEDA”, el Jefe de Operaciones de la empresa “BRANDOM S.A.C.” y Gerente Comercial de la empresa “OPROMINS” que es transmitida mediante encuestas Firmadas y validadas, data reflejada a mayor detalle en el **Anexo 24**, (Ver **Anexo 10, 11, 14, 15, 19, 20, 22 y 23**). Estos factores tendrán que cumplir con las limitaciones de rendimientos en obra expuestos por los especialistas, con lo propuesto inicialmente para el estudio de los proyectos y la recolección de la data. De esta manera se obtendrán unos valores numéricos importantes.

Conforme se ha logrado estandarizar cada rendimiento diario según los proyectos estudiados del capítulo 3, se han recolectado la siguiente información que se presenta en la **tabla 50**.

Tabla 50
Información de la data de rendimiento según la metodología de cada proyecto

Rendimientos (m3/día)						
Descripción	Anillo	Metodo	Plexus	Stelar	AltoVerde	Parque Alameda
			" San Miguel"	"Barranco"	"Pueblo libre"	" Jesús María"
			Sótano "7"	Sotano "5"	Sotano "4"	Sotano "4"
Análisis	1	Directo / Rampa "DR"	602	620	602	601
	2	Rampa Indirecta "RI"	587	595	565	591
	3	Pasamanos Con Banquetas "PS"	532	543	536	522
	4	Pasamanos Con Banquetas "PS"			515	509
	4	Faja Transportadora "FJ"	497	506		
	5	Faja Transportadora "FJ"	472	475		
	6	Faja Transportadora "FJ"	463			
	7	Faja Transportadora "FJ"	457			

Nota: Se ha realizado el desagregado por proyectos a partir de las metodologías y anillos, indicando el rendimiento de cada uno por anillo. Adaptado de la data obtenida de los casos de estudio por propia información.

4.2.1.1 Identificación del Factor de Metodología

Para la identificación del factor de metodología estandarizado para nuestra formula del Ratio de eficiencia del uso de un sistema de eliminación de material para excavaciones profundas se ha realizado un análisis de los proyectos estudiados con respecto a la recolección de data, el tipo de equipo de trabajo usado, movimiento de volquete y el rendimiento promedio de cada anillo. Con estos datos tomados se realizará un diagrama de dispersión tomando valores estándar para una identificación de que método de eliminación presenta una mejor eficiencia para el desarrollo de una buena producción de sótanos en una edificación.

Para el primer estudio se inició con el proyecto STELAR que se encuentra en barranco donde se ha considerado los 5 puntos ya mencionados en el párrafo anterior. Para este proyecto se han utilizado 3 tipos de métodos de excavación los cuales son: Conformación de Rampa Directo e Indirecto, Pasamanos con Banquetas y Faja transportadora, donde se ha usado una excavadora tipo Oruga Marca “JCB modelo JS 330 Lc” con capacidad de cuchara de 1.93 m³ para la excavación y eliminación para el primer y el segundo anillo el método Conformación de Rampa Directa e Indirecta y se adicionó una excavadora más del mismo tipo con la misma capacidad de cuchara para la eliminación con el método de Pasamanos con banquetas y Faja Transportadora.

La zona de acarreo del volquete para la eliminación fue directa, siendo para el primer anillo el único periodo de acarreo y movimiento de eliminación de material en los interiores del proyecto.

El promedio de rendimiento de todo el Proyecto STELAR es de 548 m³/día, teniendo un mejor rendimiento en el método de conformación de rampa en un rango de 595 a 620 m³/día. La representación de lo explicado se verá detallado en la **tabla 51**.

Tabla 51. Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto STELAR.

Stelar								
Anillo	Metodologia		Equipo De Trabajo				Rendimiento Prom (m3/día)	
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Faja	Camión Volquete		
						Exterior		Interior
1	Conformación de Rampa	Eliminación Directa	1				X	620
2	Conformación de Rampa	Eliminación Indirecta	1			X	X	595
3	Pasamanos Con Banquetas		2			X		543
4	Faja Transportadora		2		X	X		506
5	Faja Transportadora		2		X	X		475
							Prom Eliminación Prov	548

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto STELAR, indicando el rendimiento por anillo. Para el equipo de trabajo con excavadoras se indica la cantidad usada en cada anillo, en faja y camión volquetes se indica con “X” si se utilizó y en la ubicación de la obra respectivamente con respecto a cada anillo. Adaptado por la data del primer caso de estudio STELAR.

Con la representación del proyecto en la tabla anterior se va a realizar con el análisis en base a la tabla de dispersión, que proporcionará un promedio real del proyecto en base a la producción general del STELAR en la **figura 87**, donde se podrá apreciar que el rendimiento promedio de los anillos que presenta la obra se tiene un rendimiento de 548 m³/día. Con este dato se realizará una estandarización con la data de los demás proyectos.

Figura 87. Rendimiento por anillo del proyecto STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 52 por investigación propia, 2017

Para el segundo proyecto se ha realizado los mismos pasos. En primer lugar, la identificación de los factores que influyen en el rendimiento de un sistema de eliminación para cada anillo del proyecto PLEXUS. En base a las metodologías usadas en PLEXUS se usaron los sistemas de eliminación de directa e indirecta con la conformación de rampa, pasamanos con banquetas y Faja transportadora y al igual que el proyecto STELAR se ha usado para la eliminación de material dos excavadoras tipo oruga y una de tipo rueda. Además del acarreo y movimiento del material también fue de manera interna y externa del proyecto, teniendo resultados en base al equipo de maquinaria usada y por el método utilizado para cada anillo, los cuales se pueden apreciar en la **tabla 52**, para este proyecto, la eliminación directa e indirecta con rampa y Pasamanos con banquetas tienen rendimientos dentro que oscilan entre 500 a 600 m³/día y un promedio de rendimiento de eliminación de 516 m³/día.

Tabla 52

Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto PLEXUS.

Plexus								
Anillo	Metodologia		Equipo De Trabajo				Rendimiento Prom (m3/día)	
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Faja	Camión Volquete		
						Exterior		Interior
1	Conformación De Rampa	Eliminación directa	1			X	602	
2	Conformación De Rampa	Eliminación indirecta	1			X	587	
3	Pasamanos Con Banquetas		1	1		X	532	
4	Faja Transportadora		1		X	X	497	
5	Faja Transportadora		1		X	X	472	
6	Faja Transportadora		1		X	X	463	
7	Faja Transportadora		1		X	X	457	
Prom Eliminación Proy							516	

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto PLEXUS, indicando el rendimiento por anillo. Para el equipo de trabajo con excavadoras se indica la cantidad usada en cada anillo, en faja y camión volquetes se indica con "X" si se utilizó y en la ubicación de la obra respectivamente con respecto a cada anillo. Adaptado por la data del segundo caso de estudio PLEXUS.

Seguidamente para una mejor visualización del desempeño del rendimiento por anillo del proyecto PLEXUS se ha desarrollado el siguiente diagrama de dispersión presentado en la **figura 88** donde el rendimiento va de manera descendente dando a entender que a mayor profundidad el rendimiento será menor.

Figura 88. Rendimiento por anillo del proyecto PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 53 por investigación propia, 2017

Para el proyecto ALTOVERDE se ha realizado los mismos procedimientos que en los proyectos de estudio anteriores. En ALTOVERDE se ha usado el sistema de Conformación de Rampa para los dos primeros anillos y en las dos últimas el sistema de Pasamanos con Banquetas, donde se han utilizado en los dos primeros anillos una excavadora de rueda y en

los dos últimos anillos el uso de esta excavadora más una excavadora oruga y camión volquete.

El acarreo y movimiento para la eliminación de material se han realizado como los demás proyectos de manera externa e interna llegando a tener un promedio de rendimiento por anillo de 554 m³/día. En donde se puede apreciar en la **tabla 53** una diferencia con los proyectos ya presentados, en ALTOVERDE el rendimiento promedio por anillo no es de forma descendente, más bien asciende y desciende de acuerdo con un nuevo sistema de eliminación de material.

Tabla 53
Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto ALTOVERDE

AltoVerde							
Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo				Rendimiento Prom (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Camión Volquete		
					Exterior	Interior	
1	Conformación De Rampa	Eliminación directa		1		X	602
2	Conformación de Rampa	Eliminación indirecta		1	X	X	565
3	Pasamanos con Banquetas		1	1	X		536
4	Pasamanos con Banquetas		1	1	X		515
						Prom Eliminación Prov	554

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto ALTOVERDE, indicando el rendimiento por anillo. Para el equipo de trabajo con excavadoras se indica la cantidad usada en cada anillo, en faja y camión volquetes se indica con “X” si se utilizó y en la ubicación de la obra respectivamente con respecto a cada anillo. Adaptado por la data del tercer caso de estudio ALTOVERDE.

Con los datos presentados en la tabla anterior se ha desarrollado un diagrama de dispersión presentado en la **figura 89**, donde se puede apreciar de mejor manera de que el rendimiento desciende y asciende de acuerdo con el inicio de un sistema de eliminación de material como se puede apreciar en el primer y tercer anillo.

Figura 89. Rendimiento por anillo del proyecto ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 54 por investigación propia, 2017

Por último, se tiene que el proyecto Parque Alameda donde al igual que en los dos primeros proyectos el factor de rendimiento promedio presenta una caída por cada anillo. Los sistemas donde se tiene un mejor rendimiento son en la conformación de rampas de manera directa e indirectamente hasta el segundo anillo, ya que presentan un rango de 591 a 601 m3/día. Al igual que en los proyectos anteriores se han utilizado dos tipos de excavadoras de oruga y de rueda, además del acarreo y eliminación de material externo e interno al proyecto como se ve en la **tabla 54**.

Tabla 54
Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo del proyecto Parque Alameda.

Parque Alameda							
Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo				Rendimiento Prom (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Camión Volquete		
					Exterior	Interior	
1	Conformación de Rampa	Eliminación directa	1			X	601
2	Conformación De Rampa	Eliminación indirecta	1		X	X	591
3	Pasamanos con Banquetas		1	1	X		522
4	Pasamanos con Banquetas		1	1	X		509
						Prom Eliminación Proy	556

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto Parque Alameda, indicando el rendimiento por anillo. Para el equipo de trabajo con excavadoras se indica la cantidad usada en cada anillo, en faja y camión volquetes se indica con "X" si se utilizó y en la ubicación de la obra respectivamente con respecto a cada anillo. Adaptado por la data del cuarto caso de estudio Parque Alameda.

Seguidamente se realizó el desarrollo del diagrama de dispersión para una mejor visualización del rendimiento por anillo que da un rendimiento promedio por anillo de manera descendente y con un mayor rendimiento de 601 m3/día en el primer anillo y un promedio de 557 m3/día que se puede ver en la **figura 90**.

Figura 90. Rendimiento por anillo del proyecto Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 55 por investigación propia, 2017

Con los proyectos estudiados y recolectados sus datas del sistema de eliminación de material que han utilizado se ha desarrollado un cuadro general en la **tabla 55** donde se han colocado el rendimiento promedio de cada anillo con respecto a la metodología.

Como se puede apreciar en la Tabla se ha obtenido un mayor promedio de rendimiento en la metodología de Conformación de Rampa directa, que el tipo de movimiento y acarreo del material a eliminar se ha desarrollado dentro del proyecto, con un promedio de rendimiento de 600 m3/día a más y de manera directa, donde el acarreo y el movimiento de tierra se desarrolla al interior del proyecto, además se presenta también un buen intervalo de rendimientos de la eliminación de conformación de rampa de manera indirecta de 565 a 595 m3/día. Como segundo sistema de eliminación de material con mejor rendimiento es la de pasamanos con banquetas que se encuentra en el rango de 500 a 550 m3/día y por último se encuentra la faja transportadora que cuenta con un rendimiento más bajo en un rango de 450 a 506 m3/día

Tabla 55

Identificación del factor de la metodología en base a los rendimientos en cada anillo de todos los proyectos

Proyecto	Anillo	Metodología	Vol Elim (m3)	Factor Metodología (Adimensional)
STELAR	1	RD	619.9	1
ALTOVERDE	1	RD	602.0	1
PLEXUS	1	RD	601.8	1
PARQUE ALAMEDA	1	RD	600.5	1
STELAR	2	RI	595.0	0.9917
PARQUE ALAMEDA	2	RI	591.0	0.9851
PLEXUS	2	RI	587.1	0.9785
ALTOVERDE	2	RI	565.0	0.9417
STELAR	3	PS	543.0	0.9051
ALTOVERDE	3	PS	535.6	0.8927
PLEXUS	3	PS	532.1	0.8868
PARQUE ALAMEDA	3	PS	522.3	0.8706
ALTOVERDE	4	PS	515.0	0.8583
PARQUE ALAMEDA	4	PS	508.5	0.8475
STELAR	4	FJ	506.0	0.8434
PLEXUS	4	FJ	496.6	0.8277
STELAR	5	FJ	474.8	0.7914
PLEXUS	5	FJ	471.5	0.7859
PLEXUS	6	FJ	462.7	0.7711
PLEXUS	7	FJ	457.2	0.7620

Nota: Se ha estimado los factores de metodología en base a los rendimientos en m3 de los sistemas usados en los proyectos. Adaptado de la data de los casos de estudio obtenidos en el capítulo anterior.

Con la tabla anterior y los rangos de rendimientos de cada metodología de eliminación que se han desarrollado en los 4 proyectos de estudio, se ha realizado con la identificación de los pesos o factores de cada metodología frente a su rendimiento obteniendo así la **tabla 56** de los factores de la metodología estandarizada.

Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

- Con los datos de rendimiento promedio por metodología de cada proyecto se realiza un promedio general por sistema de eliminación.
- Teniendo el promedio general de cada sistema de eliminación se toma el rendimiento mayor o el ideal, dando como resultado la metodología de “conformación de rampa eliminación de manera directa”, la cual resulta ser la más eficiente para construcción de sótanos.
- Con el resultado obtenido del mayor rendimiento de las metodologías de eliminación, se realizará un cálculo matemático dividiendo los rangos de cada metodología obtenidas en el estudio entre el mayor rendimiento general de los sistemas de

eliminación dando como resultado la siguiente tabla de los Factores de Metodologías estandarizados.

Tabla 56
Factor de metodologías estandarizado

Anillo	Metodologías	Intervalo Rendimiento (m3/día)	Intervalo Factor Metodología (Adimensional)
1	Rampa / Directa "RD"	[600 - 2000>	1.000
2	Rampa / Indirecta "RI"	[560 - 600>	[0.933 - 1.000>
3	Pasamanos con Banqueta "PS"	[520 - 560>	[0.866 - 0.933>
4	Pasamanos con Banqueta "PS"	[480 - 520>	[0.800 - 0.866>
4	Faja Transportadora "FJ"	[480 - 520>	[0.800 - 0.866>
5	Faja Transportadora "FJ"	[470 - 480>	[0.783 - 0.800>
6	Faja Transportadora "FJ"	[460 - 470>	[0.766 - 0.783>
7	Faja Transportadora "FJ"	[450 - 460>	[0.750 - 0.766>

Nota: Se ha realizado la identificación de los factores de metodología en base a los rendimientos por anillo y por los sistemas de excavaciones masivas. Adaptado por análisis propia de la data recolectada.

En base a la tabla de los factores de metodologías se puede interpretar que el sistema de mejor rendimiento para excavaciones profundas para la construcción de sótanos es el de conformación de rampas de manera directa e indirecta presentando valores de 0.93 a 1 y con el de menor rendimiento se tiene el Sistema de Faja Transportadora que presenta un valor de 0.75 a 0.86, los valores presentan variaciones de forma descendente según el anillo de eliminación.

A continuación, se presenta el factor de metodología para cada tipo de “metodología de eliminación de material” según el anillo y en base a los proyectos estudiados en la *tabla 57*, lo cual presenta valores que cumplen con el rango establecido anteriormente en la *tabla 56*.

Tabla 57
Estudio de factor de metodología en base a los proyecto de estudio

Metodologías	Anillo	Rend Prom (m3/día)	Factor Metodología (Adimensional)
RD	1	606	1.000
RI	2	585	0.974
PS	3	533	0.889
PS	4	512	0.853
FJ	4	501	0.836
FJ	5	473	0.789
FJ	6	463	0.771
FJ	7	457	0.762

Nota: Se ha realizado un desagregado del número de anillo y rendimiento promedio por anillo de cada sistema de eliminación, indicando el factor de metodología. Adaptado por información de los resultados obtenidos de la tabla 51.

4.2.2 Frontis

Es la parte delantera de un predio o vivienda, el cual tiene como característica principal ser el acceso vehicular, peatonal, otros. En la presente tesis, el frontis se traducirá en un factor, el cual tiene gran relevancia, puesto que, para los casos de estudio sirve como acceso principal a la obra para trabajos de excavación y eliminación. Es importante saber que en toda excavación ingresan equipos pesados como: excavadoras, retroexcavadoras, camiones volquetes, tráiler, camión cisternas, cargadores frontales, entre otros. También ingresan equipos livianos como: camionetas, buses, etc.; y además accede personal de obra, herramientas, equipos, entre otros. Por ello, es importante el análisis del factor “Frontis”, las características más importantes de esta variable es su longitud, cantidad de frontis y ubicación. En primer lugar, se analizará este factor mediante la experiencia que tienen 10 Ingenieros Civiles y 3 especialistas de diferentes empresas en obras de excavación con diferentes frontis (Ver **Anexo 24**). En segundo Lugar, se delimitará la longitud del frontis mínima mediante los equipos de excavación (Excavadoras) usados en los casos de estudio (Ver **Anexo 10, 14, 19 y 22**) y el frontis máximo mediante el frontis de los casos de estudio. En tercer lugar, se analizará la trascendencia de los frontis presentados en los casos de estudio. Por último, se identificará y delimitará los factores frontis para los 4 casos de estudio considerando los tres puntos anteriores.

Según lo dicho en líneas anteriores, el factor frontis es importante para la ubicación de la rampa, faja, ingreso de maquinaria y ubicación de oficinas, por ello se estandarizará de

acuerdo con el estudio de varios proyectos un “frontis” o “frente de trabajo” más y menos óptimo.

A continuación, se realizará la identificación del factor de frontis mediante un estudio en base a experiencias de especialistas en el campo de la construcción de distintas obras que laboraban con sus respectivos nombres, también analizando la longitud mínima y máxima ocupada por los equipos de excavación en los casos de estudio y por último analizando los 4 casos de estudio en base a sus rendimientos de metodología.

4.2.2.1 Identificación del Factor de Frontis

Para la estandarización de los factores de frontis se ha realizado con un estudio previo de algunos especialistas con respecto a cada proyecto que ellos han estado presentes en el proceso de excavación profunda en base a la cantidad de frontis y dimensión que presenta en cada proyecto.

Para cada tipo de proyecto se han tomado los siguientes datos como numero de anillo, rendimiento promedio, cantidad de frontis y las dimensiones de estas obteniendo las siguientes tablas.

a. David Núñez (Productiva)

Tabla 58
Verificación de frontis de experiencias del Ing. David Núñez

Stelar				
Anillos (5)	Metodologías	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	DR	620	1	30.25
2	RI	595	1	30.25
3	PS	543	1	30.25
4	FJ	506	1	30.25
5	FJ	475	1	30.25
Prom Proy		548		

Spazio República			
Anillos (2)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	1	20
Prom Proy		580	

Torre Mayor			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	580	1	16
Prom Proy		520	

b. Edy Caillahua

Tabla 59
Verificación de frontis de experiencias del Ing. Edy Caillahua

Plexus				
Anillos (7)	Metodologías	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	DR	602	1	30.00
2	RI	587	1	30.00
3	PS	532	1	30.00
4	FJ	497	1	30.00
5	FJ	472	1	30.00
6	FJ	463	1	30.00
7	FJ	457	1	30.00
Prom Proy		516		

Symphony			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	550	1	18
Prom Proy		500	

Los Libertadores			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	500	1	12
Prom Proy		460	

Roaud Paz Soldán			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	540	1	15
Prom Proy		520	

c. José Luis Guerrero

Tabla 60
Verificación de frontis de experiencias del Ing. José Luis Guerrero

AltoVerde				
Anillos (4)	Metodología	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	DR	602	1	18.86
2	RI	575	1	18.86
3	PS	536	1	18.86
4	PS	515	1	18.86
Prom Proy		557		

Torreblanca			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	450	1	13.5
Prom Proy		430	

Zaragoza			
Sotanos	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1 Semisotano	520	1	16
Prom Proy		520	

Golf			
Anillos (1)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	2	17.6 / 57
Prom Proy		600	

d. Oscar Ureta

Tabla 61
Verificación de frontis de experiencias del Ing. Oscar Ureta

Parque Alameda				
Anillos (4)	Metodologías	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	DR	601	1	20
2	RI	591	1	20
3	PS	522	1	20
4	PS	509	1	20
Prom Proy		556		

Los Aires de Nazca			
Anillos (5)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	2	30
Prom Proy		540	

Villa Márquez			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	610	1	20
Prom Proy		500	

e. Alexander Edward Paredes Carrasco

Tabla 62

Verificación de frontis de experiencias del Ing. Alexander Edward Paredes Carrasco

Terraza 20			
Anillo (5)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	2	30 / 30
Prom Proy	550		

Andrés Reyes			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	610	1	25
Prom Proy	515		

Plaza Santiago			
Anillos (2)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	650	2	5.5
Prom Proy	600		

f. Jorge Huarcaya

Tabla 63

Verificación de frontis de experiencias del Ing. Jorge Huarcaya

Zentro			
Anillo (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	2	30/20
Prom Proy	550		

Mendiburu			
Anillos (2)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	615	1	25
Prom Proy	570		

Zentia			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	550	2	20/23
Prom Proy	530		

g. Shiomara Delgado Collantes

Tabla 64

Verificación de frontis de experiencias del Ing. Shiomara Delgado Collantes

Bonavi			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	1	30
Prom Proy	550		

Los Inkas			
Anillos (8)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	1	20
Prom Proy	560		

h. Juan Tantalean

Tabla 65
Verificación de frontis de experiencias del Ing. Juan Tantalean

Las Quintanas			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	800	1	60,5
Prom Proy	700		

Sipan I			
Anillo	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	850	1	100
Prom Proy	850		

Costa Del Sol			
Anillos (5)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	700	1	40
Prom Proy	567		

Megaplaza Independencia			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	750	1	100
Prom Proy	600		

Zentia			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	550	2	20/23
Prom Proy	530		

i. Ing. Carlos Carpio Torres.

Tabla 66
Verificación de frontis de experiencia del Ing. Carlos Carpio Torres

Edificio BHN			
Anillos (4)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	500	1	14
Prom Proy	450		

Edificio Bolognesi			
Anillos (2)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
2	500	1	12
Prom Proy	450		

Edificio Boulevard Arequipa			
Anillos (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	480	1	12
Prom Proy	450		

j. Ing. Henry Galindo

Tabla 67
Verificación de frentes de experiencia del Ing. Henry Galindo.

Icono			
Anillo (3)	Rendimiento Prom (m3/día)	Frontis / Nro	Dimensión (m)
1	600	2	37/17
Prom Proy	550		

Nota: Se ha realizado la toma de información de expertos de acuerdo a la experiencia de cada uno con respecto a los frentes de trabajos que estaban presentes en sus proyectos y de los proyectos visitados insitu. Adaptado de las encuestas realizadas presencialmente en obra de cada ingeniero.

Las tablas anteriores de cada especialista encuestado se ha realizado un cuadro general lo que ayudará a determinar el número y la dimensión promedio para estandarizar el factor de frentes en base al promedio obtenido por todos los proyectos que se puede ver en la **tabla 68**, el cual ayudará a entender la importancia del frontis. El cuadro contiene lo siguiente: el rendimiento de eliminación en el primer anillo de cada proyecto y su metodología aplicada, el número de frentes de trabajo y longitud de estos, el rendimiento de eliminación promedio del proyecto y la cantidad de anillos presentes en cada proyecto.

Tabla 68
Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo

Proyecto / Descripción	Anillo Analizado	Frontis		Metodología	Rendimiento Eliminacion 1° Anillo (m3/día)	Rendimiento Eliminacion Promedio del Proyecto (m3/día)	Anillos del Proyecto
		N° Frentes	Longitud (m)				
Stelar	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	620	548	5
Spazio República	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	600	580	2
Torre Mayor	1	1	16	Conformacion Rampa "DR"	580	520	4
Plexus	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	602	516	7
Symphony	1	1	18	Conformacion Rampa "DR"	550	500	3
Los Libertadores	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	500	460	3
Road Paz Soldán	1	1	15	Conformacion Rampa "DR"	540	520	3
Alto Verde	1	1	19	Conformacion Rampa "DR"	602	557	4
Torreblanca	1	1	14	Conformacion Rampa "DR"	450	430	3
Zaragoza	1	1	16	Conformacion Rampa "DR"	520	520	1
Golf	1	2	17.6 y 57.0	Conformacion Rampa "DR"	600	600	1
Parque Alameda	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	601	556	4
Los Aires de Nazca	1	2	30.0 y 27.0	Conformacion Rampa "DR"	600	540	5
Villa Márquez	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	610	500	3
Terraza 20	1	2	30.0 y 30.0	Conformacion Rampa "DR"	600	550	5
Andrés Reyes	1	1	25	Conformacion Rampa "DR"	610	515	4
Plaza Santiago	1	2	6	Conformacion Rampa "DR"	650	600	2
Zentro	1	2	30 y 20	Conformacion Rampa "DR"	600	550	4
Mendiburu	1	1	25	Conformacion Rampa "DR"	615	570	2
Zentia	1	2	20 y 23	Conformacion Rampa "DR"	550	530	4
Bonaví	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	600	550	3
Los Inkas	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	600	560	8
Quintanas	1	1	60.5	Conformacion Rampa "DR"	800	700	3
Sipan I	1	1	100	Conformacion Rampa "DR"	850	850	1
Costa Del Sol	1	1	40	Conformacion Rampa "DR"	700	567	5
Megaplaza Independencia	1	1	100	Conformacion Rampa "DR"	750	600	4
Edificio BHN	1	1	14	Conformacion Rampa "DR"	500	450	4
Edificio Bolognesi	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	500	450	2
Edificio Boulevard Arequipa	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	480	450	3
Icono	1	2	37 y 17	Conformacion Rampa "DR"	600	550	3

Nota: Se ha realizado el desagregado por anillo, frontis, rendimiento y anillos proyectados, indicando el número de frentes y longitud de cada proyecto. Adaptado de las encuestas de la experiencia de los expertos y tablas presentadas en los párrafos anteriores por propia investigación.

Luego de tener la data bruta reunida en un cuadro, se procede a identificar el comportamiento en cuanto a excavación y eliminación de cada proyecto de acuerdo al frontis que presenta *ver tabla 69* con el fin de saber con el cual es el frontis mínimo requerido para un trabajo óptimo.

Tabla 69
Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo

Proyecto / Descripción	Anillo Analizado	Frontis		Metodología	Rendimiento Eliminacion 1° Anillo (m3/día)	Rendimiento Eliminacion Promedio del Proyecto (m3/día)	Anillos del Proyecto
		N° Frentes	Longitud (m)				
Sipan I	1	1	100	Conformacion Rampa "DR"	850	850	1
Megaplaya Independencia	1	1	100	Conformacion Rampa "DR"	750	600	4
Quintanas	1	1	60.5	Conformacion Rampa "DR"	800	700	3
Costa Del Sol	1	1	40	Conformacion Rampa "DR"	700	567	5
Stelar	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	620	548	5
Plexus	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	602	516	7
Bonaví	1	1	30	Conformacion Rampa "DR"	600	550	3
Mendiburu	1	1	25	Conformacion Rampa "DR"	615	570	2
Andrés Reyes	1	1	25	Conformacion Rampa "DR"	610	515	4
Parque Alameda	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	601	556	4
Spazio República	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	600	580	2
Villa Márquez	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	610	500	3
Los Inkas	1	1	20	Conformacion Rampa "DR"	600	520	8
Alto Verde	1	1	19	Conformacion Rampa "DR"	602	557	4
Symphony	1	1	18	Conformacion Rampa "DR"	550	500	3
Zaragoza	1	1	16	Conformacion Rampa "DR"	520	520	1
Torre Mayor	1	1	16	Conformacion Rampa "DR"	580	520	4
Road Paz Soldán	1	1	15	Conformacion Rampa "DR"	540	520	3
Torreblanca	1	1	14	Conformacion Rampa "DR"	450	430	3
Edificio BHN	1	1	14	Conformacion Rampa "DR"	500	450	4
Edificio Boulevard Arequipa	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	480	450	3
Los Libertadores	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	500	460	3
Edificio Bolognesi	1	1	12	Conformacion Rampa "DR"	500	450	2

Nota: Se ha realizado el descuento de obras de la tabla 63 de acuerdo a la cantidad de frentes, se reduzo los proyectos de 2 frentes considerando un trabajo óptimo. Adaptado de la información levantada de la tabla 63.

Finalmente, se procedió procesar la información de la **tabla 68**, obteniendo la **tabla 69**, la cual presenta de los 30 proyectos iniciales de muestra, solo 23, ya que se discriminan proyectos de 02 frentes de trabajo. Esto con el fin analizar los proyectos en conjunto, con sus mismas características. Luego de ello, se procede a analizar la data de la **tabla 69** para obtener como resultado la **tabla 70**, este cuadro muestra que de 23 obras de muestra inicial, 18 de ellas tienen mejor comportamiento en su excavación con rendimiento de 631 m3/día en el primer anillo y su eliminación promedio por proyecto en 566 m3/día, esta conducta se evidencia por el hecho de tener un frontis de 15 m a más y las 5 restantes de la muestra de 23 presentan un rendimiento promedio de 486 m3/día de eliminación en su primer anillo y 448 m3/día de rendimiento promedio de eliminación por proyecto por el hecho de tener un frontis menor a 15 m. Entonces, mediante los resultados se evidencia un descenso de 100 m3 de eliminación en el primer anillo y más de 100 en promedio de eliminación por proyecto, también se corrobora la hipótesis de especialistas en excavaciones que proyectos mayores a 15 m, tendrían una excavación masiva “normal” y eficiente, son la longitud mínima para poder tener un buen rendimiento en excavación y eliminación.

Tabla 70
Rendimiento general de los proyectos encuestados con respecto al frente de trabajo

Descripción	Muestra	Rend Prom Eliminacion 1° Anillo Rampa	Rend Prom Eliminacion del Proyecto	Conclusión / Comentarios
Obras > 15 m	18	631	566	Más de 100 m ³ /día de diferencia de rendimiento entre Proyectos <15m y Proyectos >15m, tanto en su primer anillo de eliminación y proyecto en global.
Obras < 15 m	5	486	448	
Total	23			
Muestra Representativa 18 de 23 (%)	78%	77.08	79.15	

Nota: Se ha analizado los rendimientos de eliminación de obras con frentes de 15.00 m a más y de obras con frentes menores a 15.00 m, de tal manera que se hicieron cálculos que finalmente buscan identificar el comportamiento de los rendimientos de acuerdo a los frentes presentados en cada proyecto. Adaptado de los datos obtenidos en las tablas anteriores.

En segundo lugar, se identificará el frontis mínimo necesario para una excavación óptima de acuerdo a la ocupación de la maquinaria pesada (excavadoras) usada en los 4 proyectos:

Se iniciará el estudio con el proyecto Plexus, el cual usó 03 excavadoras, los cuales son:

La primera excavadora tipo Oruga marca y modelo” JOHN DEERE - 350D – LC” la cual excavó hasta el 04 anillo con el método Rampa Directa, Indirecta, Pasamanos y Faja transportadora este equipo tiene características técnicas importantes, de las cuales las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 15.26 m, la profundidad máxima de excavación con 7.38 m y la capacidad de cuchara con 2.10 m³ *ver tabla 71 y figura 91.*

Figura 91. Excavadora John Deere 350D-LC. Imagen tomada en plena visita al Proyecto Plexus, 2017

Tabla 71
Especificaciones de la excavadora inicial Jhon Deere 350D-LC

Plexus - DR, RI, PS, FJ - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	350D - LC John Deere		Ton
Peso Operativo	35,367 / 77970		Ton / Libra
Capacidad Cuchara	Intervalo	1.80 - 2.10	m3
	Efectiva	2.10	m3
Alcance máximo de excavación "11"	Brazo " 2.66 m "	10.89	m
	Pluma " 6.40 m "		
	Cuchara " 1.50 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma + Parte Delantera		4.37	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido "		15.26	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "11"		15.07	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "13"		7.38	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora Jhon Deere 350 D-LC. Adaptado de la página oficial de la marca.

La segunda excavadora tipo rueda marca y modelo "CAT - M315D2" trabajó solo la eliminación del tercer anillo con el método de pasamanos, tiene como características técnicas importantes ver *anexo 25*, de las cuales las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 10.59 m, profundidad máxima de excavación con 4.81 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete de 5.25 m (Inc. Radio de oscilación parte trasera) y la capacidad de la cuchara con 0.60 m3 ver *tabla 72* y *figura 92*.

Figura 92. Excavadora CAT-M315D2. Adaptado del "Excavadora de ruedas M315D2" por CAT, 2019

Tabla 72
Especificaciones de la excavadora CAT-M315D2

Plexus - PS - Excavadora Tipo "Rueda"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	CAT - M315D2		Ton
Peso Operativo	13.5 - 15.20		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.20 - 0.76	m3
	Efectiva	0.60	m3
Alcance máximo de excavación "6"	Brazo " 2.30 m "	8.13	m
	Pluma " 4.50 m "		
	Cuchara " 1.225 m "		
Radio de Oscilación Parte Trasera		2.46	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "6"		10.59	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "7"		10.40	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "3"		4.81	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "		5.25	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Abajo - Acarreo - Extendido "		4.75	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora CAT-M315D2. Adaptado del “Excavadora de ruedas M315D2” por CAT.

La tercera excavadora es de tipo oruga, marca y modelo “KOBELCO - SK350LC”, trabajó en el cuarto, quinto, sexto y séptimo anillo con el método de Faja Transportadora, tiene como características técnicas ver *anexo 26*, las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 14.76 m, profundidad máxima de excavación con 7.56 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete de 7.87 m (Inc. Radio de oscilación parte trasera) y la capacidad de cuchara de 2.1 m3 *ver tabla 73 y figura 93*.

Figura 93. Excavadora KOBELCO-SK350LC. Adaptado del “KOBELCO-SK350LC ACERA MARK 8” por KOBELCO, 2019

Tabla 73
Especificaciones técnicas de la excavadora KOBELCO-SK350LC

Plexus - FJ - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	KOBELCO - SK350LC		Ton
Peso	36,100 / 79600		Ton / lb
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.67 - 2.1 m3	m3
	Efectiva	2.10	m3
Alcance máximo de excavación "A"	Brazo " 3.30 m "	11.26	m
	Pluma " 6.50 m "		
	Cuchara " 1.20 m "		
Radio de oscilación de cola		3.50	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "A"		14.76	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " A'		14.56	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "B"		7.56	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Recogido " "G"		7.87	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora KOBELCO-SK350LC. Adaptado del "KOBELCO-SK350LC ACERA MARK 8" por KOBELCO.

En el proyecto "Stelar" usó 2 excavadoras tipo oruga, este equipo tiene las siguientes características:

Las dos excavadoras son de la misma marca y modelo "JCB - JS330 LC", una trabajó desde el primero anillo hasta el quinto, llevando a cabo la eliminación con los métodos de Rampa Directa, Rampa Indirecta, Pasamanos y culminando con la faja transportadora, la segunda ingreso para la eliminación del tercer hasta el quinto anillo para hacer pasamanos y faja transportadora. Las características técnicas ver **anexo 27**, de las cuales se disgregó las más resaltantes, estas son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 14.70 m, profundidad máxima de excavación con 7.39 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete de 8.08 m (Inc. Radio de giro de la parte trasera de la plataforma) y la capacidad de cuchara de 1.93 m3 *ver tabla 74-75 y figura 94*.

Figura 94. Excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del “Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC” por JCB e imagen tomada del proyecto STELAR, 2019 y 2017 respectivamente

Tabla 74
Especificaciones técnicas de la excavadora JCB-JS330LC

Stelar- DR, RI, PS, FJ - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	JCB - JS330 LC		Ton
Peso Operativo	33.364 - 37.636		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.85 - 2.20	m3
	Efectiva	1.93	m3
Alcance máximo de excavación("A")	Brazo " 3.23 m "	11.13	m
	Pluma " 6.45 m "		
	Cuchara " 1.40 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		3.57	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido "		"A" 14.70	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido "		"B" 14.51	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido "		"C" 7.39	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "		"G" 8.08	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del “Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC” por JCB.

Tabla 75.
Especificaciones técnicas de la excavadora JCB-JS330LC

Stelar- PS - FJ - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	JCB - JS330 LC		Ton
Peso Operativo	33.364 - 37.636		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.85 - 2.20	m ³
	Efectiva	1.93	m ³
Alcance máximo de excavación("A")	Brazo " 3.23 m "	11.13	m
	Pluma " 6.45 m "		
	Cuchara " 1.40 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		3.57	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido "		14.70	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido "		14.51	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido "		7.39	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "		4.51	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del "Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC" por JCB.

El proyecto "ALTOVERDE" usó 3 excavadoras, 02 de tipo oruga y 01 de tipo rueda, la descripción y características de estas son:

La primera excavadora tipo rueda, de marca y modelo "VOLVO - EW205D" trabajó el primer y segundo anillo, tiene como características técnicas ver **anexo 28**, las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 12.49 m, profundidad máxima de excavación con 5.35 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete de 6.11 m (Inc. Radio de giro de la parte trasera de la plataforma) y la capacidad de cuchara de 0.90 m³ *ver tabla 76 y figura 95*.

Figura 95. Excavadora VOLVO-EW205D. Adaptado del “EW205D Excavadora VOLVO 19,8-21,8 176hp” por VOLVO Construction Equipment e imágenes fotográficas tomadas del proyecto ALTO VERDE, 2019 y 2017

Tabla 76
Especificaciones técnicas de la excavadora VOLVO-EW205D

AltoVerde - DR, RI - Excavadora Tipo "Rueda"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	VOLVO - EW205D		Ton
Peso Operativo	20.730		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.48 - 1.10	m3
	Efectiva	0.90	m3
Alcance máximo de excavación("A")	Brazo " 2.70 m "	9.69	m
	Pluma " 5.65 m "		
	Cuchara " 1.47 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		2.80	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "A"		12.49	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "B"		12.29	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "C"		5.35	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Abajo - Volquete - Extendido "		5.30	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido " "H"		6.11	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora VOLVO-EW205D. Adaptado del “EW205D Excavadora VOLVO 19,8-21,8 176hp” por VOLVO Construction Equipment.

La segunda excavadora tipo oruga marca y modelo “DOOSAN DX225LC-5” trabajó en el tercer y cuarto anillo el método de pasamanos con banquetas, tiene como características técnicas ver **anexo 29**, las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 12.26 m, profundidad máxima de excavación con 6.08 m, radio mínimo de giro

para entregar material al volquete de 6.38 m (Inc. Radio de giro de la parte trasera de la plataforma) y la capacidad de cuchara de 1.00 m³ *ver tabla 77 y 96*.

Figura 96. Excavadora DOOSAN DX225LC-5. Adaptado del “Excavadoras orugas DX225LC-5/DX235LC-5/DX235NLC-5” por DOOSAN e imagen tomada del proyecto ALTO VERDE, 2017

Tabla 77
Especificaciones técnicas de la excavadora DOOSA DX225LC-5

AltoVerde - PS - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	DOOSAN DX225LC-5		Ton
Peso Operativo	22.10 - 23.00		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.50 - 1.49	m3
	Efectiva	1.00	m3
Alcance máximo de excavación ("A")	Brazo " 2.40 m "	9.46	m
	Pluma " 5.70 m "		
	Cuchara " 1.25 m "		
Radio de giro del voladizo		2.80	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "A"		12.26	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "B"		12.07	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "C"		6.08	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Abajo - Volquete - Extendido " "I"		6.03	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido " "L"		6.38	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora DOOSA DX225LC-5. Adaptado del “Excavadoras orugas DX225LC-5/DX235LC-5/DX235NLC-5” por DOOSAN.

La tercera excavadora tipo rueda de marca y modelo “CAT - M315D2” trabajó en la eliminación del tercer y cuarto anillo con el método de pasamanos con banquetas ubicándose en la entrada, tiene como características técnicas *ver anexo 25*, de las cuales las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 10.59 m, profundidad máxima de excavación con 4.81 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete

de 5.25 m (Inc. Radio de oscilación parte trasera) y la capacidad de la cuchara con 0.60 m³ ver tabla 78 y figura 97.

Figura 97. Excavadora CAT-M315D2. Adaptado del “Excavadora de ruedas M315D2” por CAT e imagen tomada del proyecto ALTO VERDE, 2017

Tabla 78
Especificaciones técnicas de la excavadora CAT-M315D2

AltoVerde - PS - Excavadora Tipo "Rueda"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	CAT - M315D2		Ton
Peso Operativo	13.50 - 15.20		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.20 - 0.76	m ³
	Efectiva	0.60	m ³
Alcance máximo de excavación("6")	Brazo " 2.30 m "	8.13	m
	Pluma " 4.50 m "		
	Cuchara " 1.225 m "		
Radio de Oscilación Parte Trasera		2.46	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "6"		10.59	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "7"		10.40	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "3"		4.81	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "		5.25	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Abajo - Acarreo - Extendido "		4.75	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora CAT-M315D2. Adaptado del “Excavadora de ruedas M315D2” por CAT.

El proyecto “Parque Alameda” usó 02 excavadoras tipo oruga, los equipos son:

La primera excavadora tipo oruga, de marca y modelo “CAT – M 322C” trabajó el primer, segundo anillo y tercer anillo con los métodos de Rampa Directa, Indirecta y Pasamanos Con Banquetas tiene como características técnicas ver *anexo 30*, las más resaltantes son: el

alcance máximo de excavación con brazo extendido 13.24 m, profundidad máxima de excavación con 6.47 m y la capacidad de cuchara de 1.18 m³ *ver tabla 79 y figura 98.*

Figura 98. Excavadora CAT-M322C. Adaptado del “M322C Wheel Excavator” por CAT, 2018

Tabla 79
Especificaciones técnicas de la excavadora CAT-322CL

Parque Alameda - DR, RI, PS - Excavadora Tipo "Rueda"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	CAT - M322C		Ton
Peso Operativo	20.500 - 22.700		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.43 - 1.40	m ³
	Efectiva	1.18	m ³
Alcance máximo de excavación("6")	Brazo " 2.90 m "	10.49	m
	Pluma " 5.65 m "		
	Cuchara " 1.50 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		2.75	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido " "6"		13.24	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido " "7"		13.07	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido " "3"		6.47	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora CAT-M322C. Adaptado del “M322C Wheel Excavator” por CAT.

La segunda excavadora tipo oruga, de marca y modelo “Hyundai 305 LC - 7” trabajó el tercer y cuarto anillo, tiene como características técnicas *ver anexo 31*, las más resaltantes son: el alcance máximo de excavación con brazo extendido 14.02 m, profundidad máxima de excavación con 7.50 m, radio mínimo de giro para entregar material al volquete de 7.43

m (Inc. Radio de giro de la parte trasera de la plataforma) y la capacidad de cuchara de 1.40 m³ *ver Tabla 80 y figura 99.*

Figura 99. Excavadora Hyundai 305LC-7. Adaptado del "Rolex Crawler Excavator 305LC-7" por Hyundai, 2018

Tabla 80
Especificaciones técnicas de la excavadora HYUNDAI 305LC-7

Parque Alameda - PS - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	Hyundai 305 LC - 7		Ton
Peso Operativo	29.400		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.48 - 1.90	m ³
	Efectiva	1.40	m ³
Alcance máximo de excavación("A")	Brazo " 2.95 m "	10.82	m
	Pluma " 5.90 m "		
	Cuchara " 1.20 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		3.20	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido "	"A"	14.02	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido "	A'	13.87	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido "	"B"	7.50	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "	"F"	7.43	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora HYUNDAI 305LC-7. Adaptado del "Rolex Crawler Excavator 305LC-7" por Hyundai.

Luego de recopilar los datos técnicos de las excavadoras presentadas en los 4 casos de estudio, se procede a analizar y seleccionar las cualidades más importantes de la maquinaria en relación a los frentes de los proyectos *ver tabla 81, tabla 82, tabla 83 y tabla 84*, siendo estas: el alcance máximo de excavación, volumen de cuchara efectivo y tipo de excavadora.

Tabla 81
Características importantes de las excavadoras del proyecto PLEXUS

Excavadoras "Plexus"						
N°	Alcance Max (m)	Tipo Excavadora	Anillos	Capacidad Cuchara (m3)	Alcance Max + Banquetas + Espacio Seguridad (m)	Frontis (m)
1	15.26	Oruga	1,2,3,4	2.1	20.26	30
2	10.59	Rueda	3	0.6	15.59	30
3	14.76	Oruga	4, 5, 6 y 8	2.1	19.76	30
Relación Lineal (Excavadora / Frontis)						
1	50.87%				67.5%	
2	35.30%				52.0%	
3	49.20%				65.9%	

Tabla 82
Características importantes de las 2 excavadoras del proyecto STELAR.

Excavadoras "Stelar"						
N°	Alcance Max (m)	Tipo Excavadora	Anillos	Capacidad Cuchara (m3)	Alcance Max + Banquetas + Espacio Seguridad (m)	Frontis (m)
1	14.70	Oruga	1,2,3,4,5	1.93	19.70	30
2	14.70	Oruga	3,4,5	1.93	19.70	30
Ocupación de Excavadora en Frontis (Excavadora / Frontis)						
1	0.49				65.67%	
2	0.49				65.67%	

Tabla 83
Características importantes de las 3 excavadoras del proyecto ALTOVERDE.

Excavadoras "AltoVerde"						
N°	Alcance Max (m)	Tipo Excavadora	Anillos	Capacidad Cuchara (m3)	Alcance Max + Banquetas + Espacio Seguridad (m)	Frontis (m)
1	12.49	Rueda	1 y 2	0.90	17.49	19
2	12.26	Oruga	3 y 4	0.60	17.26	19
3	10.59	Rueda	3 y 4	1.00	15.59	19
Ocupación de Excavadora en Frontis (Excavadora / Frontis)						
1	65.71%				92.03%	
2	64.50%				90.82%	
3	55.74%				82.05%	

Tabla 84
Características importantes de las 2 excavadoras del proyecto Parque Alameda

Excavadoras "Parque Alameda"						
N°	Alcance Max (m)	Tipo Excavadora	Anillos	Capacidad Cuchara (m3)	Alcance Max + Banquetas + Espacio Seguridad (m)	Frontis (m)
1	13.24	Oruga	1,2,3,4	1.18	18.24	20
2	14.02	Oruga	3,4	1.40	19.02	20
Ocupación de Excavadora en Frontis (Excavadora / Frontis)						
1	66.20%				91.20%	
2	70.10%				95.10%	

Nota: Se ha realizado con la toma de información más relevante para el uso del análisis y determinar el factor frontis. Adaptado de las características específicas de cada excavadora presentes en los proyectos.

A fin de proseguir con el análisis, pero con un enfoque global de las excavadoras usadas en los proyectos, se arma un cuadro de resumen *ver tabla 85*, con el objetivo de identificar el comportamiento del frontis de 30 m, 30 m, 20 m, 19 m de acuerdo a la ocupación promedio en longitud y radio de acción de las excavadoras presentadas en Plexus, Stelar, AltoVerde y Parque alameda respectivamente. Finalmente, se concluye de acuerdo al análisis de las características de las excavadoras presentadas en los 4 casos de estudio que las excavadoras de marca “VOLVO”, “DOOSAN”, “CAT” con alcance de $<10.50\text{ m} - 14.00\text{ m} \geq$ de longitud, ocupación en obra de $<15.50\text{ m} - 19.00\text{ m} >$ y con capacidad de cuchara de 1.00 m^3 en promedio necesitan como mínimo 15.50 m de frontis para poder ingresar y hacer trabajos de excavación y eliminación, las excavadoras de marca “JOHN DEERE”, “KOBELCO” Y “JCB” con alcance de $<14.00 - 16.00\text{ m} >$ de longitud, ocupación en obra de $<19.00\text{ m} - 20.30\text{ m} >$ y con capacidad de cuchara de 2.00 m^3 en promedio necesitan como mínimo 19.00 m . Según los resultados. En primera instancia, se evidencia que para AltoVerde y Parque Alameda con frontis de 19.00 m y 20.00 m respectivamente se necesitó como mínimo 15.50 m de frontis para proceder con el ingreso y trabajos de excavación óptimo. En segunda instancia, se demuestra que para proyectos de 30.00 m como Stelar y Plexus se necesitó como mínimo 19.00 m de frontis. En tercera instancia, se evidencia que la capacidad de cuchara es el doble entre los proyectos de 30.00 m y los de 18.00 m y 19.00 m *ver tabla 86*.

Tabla 85
Cuadro de resumen de frontis de los proyectos y las características de las excavadoras

Descripción	Frontis "m"	Nº excavadora	Tipo Excavadora	Marca Excavadora	Capacidad Cuchara (m ³)	Capacidad Cuchara Promedio (m ³)	Alcance Excavadora "m"	Alcance Max + Banquetas + Espacio Seguridad (m)
AltoVerde	19	1	Rueda	VOLVO - EW205D	0.90	0.83	12.49	17.49
		2	Oruga	DOOSAN - DX225 LC-5	0.60		12.26	17.26
		3	Rueda	CAT - M315D2	1.00		10.59	15.59
Parque Alameda	20	1	Rueda	CAT - M322C	1.18	1.29	13.24	18.24
		2	Oruga	Hyundai - 305 LC-7	1.40		14.02	19.02
Plexus	30	1	Oruga	John Deere - 350D-LC	2.10	2.10	15.26	20.26
		2	Rueda	CAT - M315D2	0.60		10.59	15.59
		3	Oruga	KOBELCO - SK350LC	2.10		14.76	19.76
Stelar	30	1	Oruga	JCB - JS330-LC	1.93	1.93	14.70	19.70
		2	Oruga	JCB - JS330-LC	1.93		14.70	19.70

Nota: Se realizó un desagregado de la longitud de los frontis y características de las excavadoras de cada proyecto indicando las características relevantes para el análisis. Adaptado de los cuadros realizados previamente y presentados al inicio.

Tabla 86

Tabla del análisis del frente y características de las excavadoras de los 4 casos de estudio

Frontis (m)	Excavadora Ocupación (m)	Excavadora Ocupación Obra (m)	Capacidad (m3)
$\leq 19 - 20 \text{ m} \geq$	$<10.5 - 14 \geq$	$< 15.5 - 19,00>$	1.02
30 m	$< 14 - 16 >$	$< 19,00 - 20.26 \geq$	2.02
			50.42%

Nota: Se realizó el análisis del frente con respecto de las características de las excavadoras indicando la capacidad en m3 de acuerdo a la longitud de frente. Adaptado de la tabla 79 por análisis propio.

Finalmente, como último y más importante paso, luego de analizar la relación de rendimientos y frente 23 proyectos y la exigencia mínima en ocupación (longitud mínima) el frente de 10 excavadoras presentes en los 4 casos de estudio, se procede identificar el factor frente relacionando inicialmente los rendimientos técnicos de Plexus, Stelar, AltoVerde y Parque Alameda. Para ello, es necesario analizar en iguales condiciones estos proyectos, tomando como base los rendimientos técnicos finales vistos en el anterior Subcapítulo “Rendimiento Técnico” *ver tabla 68* y considerando que los 4 proyectos tienen en común 4 anillos excavación o eliminación, es así que se descarta los rendimientos de los 3 últimos anillos de Plexus y el rendimiento del quinto anillo de Stelar, pese a que los 4 proyectos tienen en común 4 anillos de eliminación, además es necesario que para el análisis cuenten con los mismos métodos de excavación hasta el 4to anillo, sin embargo, no fue así, por lo tanto, se descarta el cuarto anillo de todos, quedando para analizar los rendimientos presentados hasta el tercer anillo de cada caso de estudio *ver tabla 87*.

Tabla 87
Rendimiento técnico de los 4 proyectos

Análisis Previo de Frontis (Rend Técnico)				
Proyecto	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
Anillo	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)
1	577	355	337	294
2	584	467	320	490
3	671	417	382	363
4	539	345	302	302
5	574	455		
6		382		
7		298		

Nota: Información de los rendimientos de cada proyecto por anillo para determinar el factor frontis. Adaptado de los registros de datos presentados en el capítulo 3.

Asumiendo que se tome como muestras los rendimientos de los 3 primeros anillos de los proyectos, se procede a promediar dichas muestras para luego relacionarlos con los frontis de 30.00 m, 18.00 y 19.00 m de los 4 casos de estudio. Entonces, luego de hacer los cálculos y relaciones entre rendimientos y frontis, se observa que existe una gran diferencia del rendimiento promedio de Stelar y Plexus con los proyectos de AltoVerde y Parque Alameda, quienes tienen 19.00 y 20.00 m respectivamente, a pesar de que existe una diferencia de rendimientos de los proyectos de 30.00 m y los de 19.00 y 20.00 m, que llegan a ser más de 25 % y que, por ello, se pueda concluir que a menos frontis, menos rendimiento de la excavación y un claro ejemplo el descenso de 30.00 a 19.00 m; sin embargo, esta hipótesis se cae porque analizando los rendimientos de los proyectos de 30.00 m se evidencia una inequidad en más del 30 % del rendimiento del proyecto Stelar y Plexus, sabiendo que ambos tienen el mismo 30.00 m de frontis. Entonces, se entiende que el frontis no es un factor preponderante, pero si afecta en poca magnitud dentro de una excavación con frontis mayores a 19.00 m. Esto sucede, al menos, analizando los 4 rendimientos brutos originales y frontis de los casos de estudio representados en la **tabla 88**.

Tabla 88
Análisis de factor de frentis con rendimientos técnicos

Relación Frentis / Rendimiento Técnico				
Proyecto	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
Rend (m3/día)	611	413	346	382
Frontis	30	30	19	20
Factores	1.00	512	0.68	0.75

Nota: Se realiza una relación de la longitud del frentis y el rendimiento técnico de cada proyecto. Adaptado de los cuadros generales y de resumen presentado previamente.

Después de analizar los rendimientos técnicos y frentis de los proyectos, se observó que los frentis, en estas obras, no fueron tan relevantes en sus eficiencias de excavación, parte de ello se debe a que todos tuvieron más de 19.00 m, lo cual se consideraría un proyecto apto por el frente de trabajo presentado *en las tablas 70 y 86*. Por lo tanto, según lo experiencia en los anteriores párrafos y con el fin de obtener los factores de frentis, ya no se toman los rendimientos originales, sino los rendimientos del factor metodología presentados en la *tabla 89*.

Tabla 89
Rendimientos de metodología de los 4 proyectos

Análisis Frentis (Metodología)				
Proyecto	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
Anillo	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)	Prom Eliminación (m3/día)
1	620	602	602	601
2	595	587	565	591
3	543	532	536	522
4	506	497	515	509
5	475	472		
6		463		
7		457		

Nota: Rendimientos en base a las metodologías de cada proyecto de acuerdo a los anillos de cada uno. Adaptado de la tabla 50 realizado en el subcapítulo anterior.

Después, se procesa a promediar los rendimientos de los 3 primeros anillos de los 4 proyectos. Ahora, se analizan los rendimientos promedios y se observa que el proyecto Stelar junto a Plexus en promedio obtuvieron mejor rendimiento que AltoVerde y Parque Alameda, con una diferencia de 2.12 % *ver tabla 90*. Entonces, este procedimiento ya se ajusta a los

resultados vistos con anterioridad, tanto por los especialistas, quienes sostuvieron que a más de 15.00 m de frontis, este factor no afectaría mucho el rendimiento, que las excavadoras limitan el frente de trabajo, pero que si se tiene más de 15.50 m, no habría ningún problema con el flujo y también por el primer ensayo, en el que se refuerza este sustento, donde los rendimientos reales evidencian que el tener 30.00 m de frontis no garantiza una buena producción y por lo tanto eficiencia del proyecto.

Tabla 90
Análisis de factor frontis con rendimiento de metodología

Relación Frontis / Rendimiento				
Proyecto	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
Rend (m3/día)	586	574	568	571
Frontis	30	30	19	20
Factores	1.00	580	0.98	

Nota: Se realiza una relación de la longitud del frontis y el rendimiento de metodología de cada proyecto. Adaptado de los cuadros generales y de resumen presentado previamente.

Finalmente, en base a los 30 m como frontis ideal, se toman “pesos” para los diferentes proyectos en estudio y frontis externos. Luego, se construye un cuadro resumen *ver tabla 91* que contiene diferentes pesos en descenso para diferentes frentes de trabajo y que tiene como límite 30.00 m por los casos de estudio estudiados y 15.00 m como límite inferior por el análisis realizado de la maquinaria pesada (excavadoras) y por la experiencia en encuestas de 13 especialistas en movimiento de tierras. Este cuadro está conformado por intervalos de frontis y sus diferentes factores de peso mostrando que cada 1.00 m de descenso hay una disminución de 0.19 % del factor peso del frontis *ver tabla 91*. También, es necesario considerar las maneras de las que se obtuvo los factores de peso del frontis, siendo estas, las fórmulas de interpolación y extrapolación lineal y mediante la ecuación lineal de la gráfica de dispersión conformada por el rendimiento promedio de Stelar y Plexus con 30 m de frontis “vs” el rendimiento mínimo de AltoVerde *ver figuras 100 y 101*, el cuadro resumen y las fórmulas serán de gran ayuda para posteriores investigaciones, para concluir, se muestra en la *tabla 92* los factores de peso de frontis de cada caso de estudio, Stelar y Plexus con 1.00, AltoVerde con 0.979 y Parque Alameda con 0.981.

Tabla 91
Factores de Peso de frontis en un intervalo de 15.00 a 30.00 m

Frontis (m)	Pesos
[30 - 100 >	1.000
[29 - 30 >	[0.9981 - 1.0000 >
[28 - 29 >	[0.9962 - 0.9981 >
[27 - 28 >	[0.9942 - 0.9961 >
[26 - 27 >	[0.9923 - 0.9942 >
[25 - 26 >	[0.9904 - 0.9923 >
[24 - 25 >	[0.9884 - 0.9904 >
[23 - 24 >	[0.9865 - 0.9884 >
[22 - 23 >	[0.9846 - 0.9865 >
[21 - 22 >	[0.9827 - 0.9846 >
[20 - 21 >	[0.9807 - 0.9827 >
[19 - 20 >	[0.9788 - 0.9807 >
[18 - 19 >	[0.9769 - 0.9788 >
[17 - 18 >	[0.9750 - 0.9769 >
[16 - 17 >	[0.9730 - 0.9750 >
[15 - 16 >	[0.9711 - 0.9730 >

Nota: Se ha estandarizado los intervalos de la medida de los frontis presentados en obra con una variación de 1 metro, iniciando de 15.00 a 30.00+ metros indicando su peso como factor de acuerdo a su eficiencia y análisis. Adaptado del análisis previo de acuerdo a la relación frontis con rendimiento de metodología.

Figura 100. Dispersión y tendencia lineal del factor frontis (15.00-30.00m). Adaptado de los datos registrados de la tabla 91 por investigación propia, 2017

$$y(x_*) = y_{k-1} + \frac{x_* - x_{k-1}}{x_k - x_{k-1}}(y_k - y_{k-1}).$$

$$y = y_0 + (x - x_0) \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0},$$

Figura 101. Fórmulas de Interpolación y extrapolación lineal.

Tabla 92
Estudio de factor de acuerdo con los proyectos de estudio

Proyectos	Frontis	Longitud Frontis (m)	Rendimiento Prom (m3/día)	Anillos	Pesos
Plexus	1	30.0	413	7	1.000
Stelar	1	30.3	611	5	1.000
Altoverde	1	19.0	346	4	0.979
Parque Alameda	1	20.0	382	4	0.981

Nota: Estudio de cada Proyecto indicando el factor de frontis obtenido de acuerdo a los pesos obtenidos de la tabla 90. Adaptado del propio análisis y estudio.

4.2.3 Rendimiento Técnico

Es la data más importante, pues se define como el rendimiento de obra medido en m3/día de las actividades de excavación y eliminación de material obtenidos en insitu día a día en formatos (**Ver Anexo 32**). Dentro de él están inmersos varios subfactores que son necesarios analizarlos para la identificación del factor de peso del rendimiento, por ejemplo: La capacidad de volquete, capacidad de maquinaria pesada, cantidad de viajes realizados cada día, tiempos de eliminación, capacidad de volquete de acarreo y capacidad de Excavadora, sin embargo, para efectos prácticos se trabajará directamente con los rendimientos obtenidos en obra, es decir, los resultados de eliminación de cada anillo por proyecto, además, los rendimientos brutos son de tolva, es decir, esponjados y obtenidos en obra mediante fichas “control de vehículos con residuos sólidos al botadero final” ver **anexo 32**. Los rendimientos obtenidos en obra inicialmente contienen datos atípicos que distorsionan el comportamiento de eliminación por anillo de cada proyecto. Por ello, se harán 3 ensayos de ajuste o corrección en base a los rendimientos originales o brutos, estas pruebas se presentarán sin rendimientos atípicos de diferentes intervalos, luego se compararán con el rendimiento original y su comportamiento de eliminación en términos de tiempos de días calendarios, días eliminados y el volumen total eliminado de cada caso de estudio, de esta manera se identificará y elegirá la opción con mayor relación a las características propias del proyecto.

De forma tal que se cumplirá el propósito de tener unos rendimientos con menor dispersión y mayor correlación con los tiempos de eliminación.

En primer lugar, se analizará el rendimiento técnico original de cada proyecto, para luego realizar los 3 ensayos para los 4 casos de estudio, los cuales presentarán comportamientos modificados del rendimiento técnico original. El primer ensayo, el cual considera un comportamiento modificado del rendimiento técnico original del proyecto, debido a que se van a discriminar datos atípicos menores/iguales a 200 m² presentados en el comportamiento original de la eliminación. El segundo ensayo es otro comportamiento modificado del proyecto en cuanto su eliminación original durante el tiempo, ya que se van a discriminar datos atípicos menores/iguales a 150 m³. El tercer ensayo es el último comportamiento modificado del proyecto en cuanto a su eliminación original durante el tiempo, puesto que este discriminará datos atípicos menores/iguales a 100 m³. A continuación, se mostrará información del rendimiento original y su análisis para hallar el factor peso de rendimiento *ver tabla 93*.

Tabla 93
Data de rendimiento real bruta de los 4 casos de estudio

Anillo	Descripción	Plexus "Rend Bruto"	Stelar "Rend Bruto"	AltoVerde" "Rend Bruto"	Parque Alameda "Rend Bruto"		
1	Prom Eliminación (m3/día)	336	577	312	211		
	Total Días Cal	36.5	23.5	61.5	37.5		
	Días Eliminados	12.5	5.5	10.5	20.5		
	Total Vol Exc (m3)	4362	3460	3434	4426		
2	Prom Eliminación (m3/día)	421	513	245	490		
	Total Días Cal	37.0	21.0	35.0	40.0		
	Días Eliminados	9.0	6.0	13.0	8.0		
	Total Vol Exc (m3)	4206	3588	3434	4408		
3	Prom Eliminación (m3/día)	382	671	382	339		
	Total Días Cal	28.0	22.0	32.0	34.0		
	Días Eliminados	10.0	6.0	8.0	12.0		
	Total Vol Exc (m3)	4206	4695	3434	4410		
4	Prom Eliminación (m3/día)	324	539	302	292		
	Total Días Cal	67.0	29.0	31.5	27.5		
	Días Eliminados	12.0	8.0	9.5	18.5		
	Total Vol Exc (m3)	4206	4854	3024	5542		
5	Prom Eliminación (m3/día)	382	574				
	Total Días Cal	22.0	54.5				
	Días Eliminados	10.0	10.5				
	Total Vol Exc (m3)	4206	6314				
6	Prom Eliminación (m3/día)	382					
	Total Días Cal	40.0					
	Días Eliminados	10.0					
	Total Vol Exc (m3)	4206					
7	Prom Eliminación (m3/día)	286					
	Total Días Cal	64.5					
	Días Eliminados	19.5					
	Total Vol Exc (m3)	5724					
Max (m3)		1613	1167	664	372		
Min (m3)		29	110	57	19		
Promedio (m3)		375	636	325	318		

Nota: Se ha tomado la data del promedio de eliminación real de cada proyecto y anillo para la identificación del peso de rendimiento. Adaptado del análisis previamente realizado de los registros de datos y del factor metodologías.

Teniendo como base los rendimientos originales y asumiendo que los rendimientos iguales o mayores a 600 m3 son los “ideales”, se generan pesos de forma descendente por cada rendimiento obtenido según el nombre del proyecto, la metodología empleada por anillo para la eliminación, el área y frontis de cada proyecto como dato secundario de respaldo ver **tabla 94**, la tabla muestra que el menor factor de peso lo obtiene el proyecto “Parque Alameda” 0.350 correspondiente a un rendimiento de 210 m3/día y un factor de peso de 1.00 por un rendimiento de 670.68 m3/día ocurrido en el tercer anillo del proyecto “Stelar”, este suceso, es una evidencia más que los factores de pesos obtenidos del rendimiento original deben ser

calibrados o amplificados. Sin embargo, se procesa la información y se obtiene la **tabla 94**, esta tabla es importante, pues muestra los factores pesos del rendimiento técnico original de cada proyecto en forma descendente por anillo, evidenciándose que el proyecto “Stelar” lidera la excavación en el primer, segundo, tercer, cuarto y quinto anillo, por el contrario, parque alameda, fue quién tuvo el mejor rendimiento, por ende, menor factor peso en todos sus anillos, salvo el segundo anillo, quién estuvo en segundo lugar. Por último, para visualizar los rendimientos obtenidos día a día de los 4 casos de estudio y ver su comportamiento por día y por anillo ver los **Anexos 10, 11, 14, 15, 19, 20, 22 y 23**.

Tabla 94
Data de rendimiento real bruto de los 4 casos de estudio

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
		STELAR	3	PS	670.7	1.000
1100	30.25	STELAR	1	DR	577.0	0.962
		STELAR	5	FJ	574.0	0.957
		STELAR	4	FJ	539.3	0.899
		STELAR	2	RI	512.5	0.854
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	490.0	0.817
		PLEXUS	2	RI	420.6	0.701
		PLEXUS	3	PS	382.4	0.637
		PLEXUS	5	PS	382.4	0.637
		PLEXUS	6	PS	382.4	0.637
		ALTOVERDE	3	PS	381.5	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	339.3	0.565
1200	30.00	PLEXUS	1	DR	335.6	0.559
		PLEXUS	4	FJ	323.6	0.539
788.5	18.86	ALTOVERDE	1	DR	312.2	0.520
		ALTOVERDE	4	PS	302.4	0.504
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	291.7	0.486
		PLEXUS	7	FJ	288.2	0.480
		ALTOVERDE	2	RI	245.3	0.409
867	20.00	PARQUE ALAMEDA	1	DR	210.0	0.350

Nota: Se ha realizado con la toma de datos del rendimiento real bruto de los 4 proyectos de estudio indicando los pesos del rendimiento técnico. Adaptado de la tabla 88 y tablas previas registradas.

Tabla 95
Comportamiento en base a los factores de peso de rendimientos originales

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	1	DR	577.0	0.962
1200	30	PLEXUS	1	DR	335.6	0.559
788.5	18.86	ALTOVERDE	1	DR	312.2	0.520
867	20	PARQUE ALAMEDA	1	DR	210.0	0.350
		STELAR	2	RI	512.5	0.854
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	490.0	0.817
		PLEXUS	2	RI	420.6	0.701
		ALTOVERDE	2	RI	245.3	0.409
		STELAR	3	PS	670.7	1.000
		PLEXUS	3	PS	382.4	0.637
		ALTOVERDE	3	PS	381.5	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	339.3	0.565
		STELAR	4	FJ	539.3	0.899
		PLEXUS	4	FJ	323.6	0.539
		ALTOVERDE	4	PS	302.4	0.504
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	291.7	0.486
		STELAR	5	FJ	574.0	0.957
		PLEXUS	5	PS	382.4	0.637
		PLEXUS	6	PS	382.4	0.637
		PLEXUS	7	FJ	288.2	0.480

Nota: Se muestra los factores pesos del rendimiento técnico de cada proyecto en forma descendente por anillo.
Adaptado de la tabla 93.

En Segundo lugar, se procederá con el primer ensayo, descartando y analizando los datos o rendimientos diarios menores o iguales a 100 m3/día observados en etapa de excavación y eliminación ver **tabla 96**, en la presente tabla se evidencia la importancia de los datos atípicos iguales o menores a 100 m3/día en los 4 casos de estudio, siendo el más considerable en términos de datos, el proyecto “Parque Alameda” con la presencia de 8 datos de 59, representando un 13.56 %, sin embargo, en términos de volúmenes eliminados, los 8 datos solo representan 13.56 %, se evidencia que el tener datos atípicos no garantiza que los volúmenes de los datos sean muy representativos, no obstante, si son importantes pues hace que la tendencia y el comportamiento de eliminación tenga mayor dispersión. El proyecto menos afectado en cuanto a presencia de datos atípicos menores o iguales a 100 es “Stelar”, el cual no tuvo ni un dato atípico. Luego de analizar la tentativa, se procede a ver el comportamiento de la eliminación por anillo y proyecto considerando 600 m3/día con factor de peso 1.000 el valor más eficiente e ideal ver **tabla 97**, dando como resultado un intervalo de pesos de 1.000 para el tercer anillo del proyecto “Stelar” con un rendimiento de 671 m3/día y límite inferior 0.490 con un rendimiento amplificado de 293.77 m3/día del proyecto Parque Alameda en su primer anillo, se demuestra que el intervalo con este primer ensayo es más confiable, menos dispersión. Finalmente se ordena de forma descendente y la tabla

de posiciones de acuerdo al rendimiento y factor presentado quedaría ver **tabla 97**, disputándose el último lugar términos de rendimiento Parque Alameda con Altoverde y el primer lugar Stelar en todos sus anillos de eliminación con un promedio de 636 m³/día.

Tabla 96
Características del "Ensayo 100" de los 4 casos de estudio

	"Plexus"	"Stelar"	"AltoVerde"	"Parque Alameda"
Anillos	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)
1	355	577	337	294
2	467	584	320	490
3	417	671	382	363
4	345	539	302	302
5	455	573.99		
6	382			
7	298			
Max (m3)	1613	1167	664	879
Min (m3)	112	110	153	111
Promedio (m3)	411	636	353	360
Total Datos	83	36	41	59
Datos Atipicos - 100	4 4.82 %	0 0%	4 9.76%	8 13.56 %
Total Volumen (m3)	15917	22910	13325.65	18786
Volumenes Atipicos - 100 (m3)	186 1.17 %	0 0%	281 2.11 %	411 2.19 %

Nota: Se descarta y analiza los datos y rendimientos diarios menores o iguales a 100 m³/día observados en etapa de excavación y eliminación. Adaptado de las tablas analizados y estudiados.

Tabla 97
"Ensayo 100" comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	3	PS	670.7	1.000
		STELAR	2	RI	584.4	0.974
		STELAR	1	DR	576.6	0.961
		STELAR	5	FJ	574.0	0.957
		STELAR	4	FJ	539.3	0.899
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	489.8	0.816
		PLEXUS	2	RI	466.6	0.778
		PLEXUS	5	FJ	455.4	0.759
		PLEXUS	3	PS	417.3	0.696
		PLEXUS	6	FJ	382.4	0.637
788.5	18.86	ALTOVERDE	3	PS	381.5	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	363.0	0.605
		PLEXUS	4	FJ	345.2	0.575
		ALTOVERDE	1	DR	337.4	0.562
		PLEXUS	1	DR	335.6	0.559
		ALTOVERDE	2	RI	319.8	0.533
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	302.4	0.504
		ALTOVERDE	4	PS	302.4	0.504
		PLEXUS	7	FJ	298.1	0.497
		PARQUE ALAMEDA	1	DR	293.77	0.490

Nota: Se analiza los rendimientos diarios menores o igual a 100 m3/día indicando el peso del factor de rendimiento técnico. Adaptado de la tabla con el rendimiento original de cada proyecto.

Tabla 98

"Ensayo 100" comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	1	DR	576.61	0.961
1200	30.00	PLEXUS	1	DR	355.18	0.592
788.5	18.86	ALTOVERDE	1	DR	337.39	0.562
867	20.00	PARQUE ALAMEDA	1	DR	293.77	0.490
		STELAR	2	RI	584.39	0.974
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	489.81	0.816
		PLEXUS	2	RI	466.57	0.778
		ALTOVERDE	2	RI	319.80	0.533
		STELAR	3	PS	670.68	1.000
		PLEXUS	3	PS	417.34	0.696
		ALTOVERDE	3	PS	381.55	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	362.95	0.605
		STELAR	4	FJ	539.33	0.899
		PLEXUS	4	FJ	345.20	0.575
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	302.43	0.504
		ALTOVERDE	4	PS	302.39	0.504
		STELAR	5	FJ	573.99	0.957
		PLEXUS	5	FJ	455.35	0.759
		PLEXUS	6	FJ	382.40	0.637
		PLEXUS	7	FJ	298.12	0.497

Nota: Se ordena de forma descendente por anillo indicando el volumen de eliminación y pesos del factor de acuerdo a cada anillo y proyecto. Adaptado de la tabla 96.

En tercer lugar, por efectos de practicidad se mostrarán los resultados de los 2 ensayos discriminando datos de 150 y 200, teniendo las mismas consideraciones del primer ensayo, 600 m3/día es el valor ideal 1.000, entre otros ya realizados ver **Tablas 99, 100, 101, 102, 103 y 104.**

Tabla 99
Características del "Ensayo 150" de los 4 casos de estudio

	"Plexus"	"Stelar"	"Alto Verde"	"Parque Alameda"
Anillos	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)
1	428.47	576.61	337.39	388.33
2	466.57	584.39	344.56	489.81
3	417.34	670.68	381.55	362.95
4	397.28	657.99	302.39	323.17
5	455.35	573.99		
6	438.94			
7	334.25			
Max (m3)	1613	1167	664	879
Min (m3)	160	201	153	166
Promedio (m3)	425	667	353	392
Total Datos	83	36	41	59
Datos Atípicos - 150 (m3)	13 15.66 %	2 0 %	4 9.76 %	14 23.73 %
Total Volumen (m3)	31118.64	22910	13325.65	18786
Volumenes Atípicos - 150(m3)	1334 4.29 %	248 1.08 %	281 2.11 %	1162.5 6.19 %

Nota: Se descarta y analiza los datos y rendimientos diarios menores o iguales a 150 m3/día observados en etapa de excavación y eliminación. Adaptado de las tablas analizados y estudiados.

Tabla 100

"Ensayo 150" comportamiento de eliminación de acuerdo a los rendimientos obtenidos.

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	3	PS	670.7	1.000
		STELAR	4	FJ	658.0	1.000
		STELAR	2	RI	584.4	0.974
		STELAR	1	DR	576.6	0.961
1200	30.00	STELAR	5	FJ	574.0	0.957
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	489.8	0.816
		PLEXUS	2	RI	466.6	0.778
		PLEXUS	5	FJ	455.4	0.759
		PLEXUS	6	FJ	438.9	0.732
867	20.00	PLEXUS	1	DR	428.5	0.714
		PLEXUS	3	PS	417.3	0.696
788.5	18.86	PLEXUS	4	FJ	397.3	0.662
		PARQUE ALAMEDA	1	DR	388.3	0.647
788.5	18.86	ALTOVERDE	3	PS	381.5	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	363.0	0.605
		ALTOVERDE	2	RI	345.7	0.576
		ALTOVERDE	1	DR	337.4	0.562
788.5	18.86	PLEXUS	7	FJ	334.3	0.557
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	323.2	0.539
		ALTOVERDE	4	PS	302.39	0.504

Nota: Se analiza los rendimientos diarios menores o igual a 150 m3/día indicando el peso del factor de rendimiento técnico. Adaptado de la tabla con el rendimiento original de cada proyecto.

Tabla 101

"Ensayo 150" comportamiento de eliminación por anillo y metodología

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	1	DR	676.00	1.000
1200	30.00	PLEXUS	1	DR	428.47	0.714
867	20.00	PARQUE ALAMEDA	1	DR	388.33	0.647
788.5	18.86	ALTOVERDE	1	DR	337.39	0.562
		STELAR	2	RI	584.39	0.974
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	489.81	0.816
		PLEXUS	2	RI	466.57	0.778
		ALTOVERDE	2	RI	345.67	0.576
		STELAR	3	PS	670.68	1.000
		PLEXUS	3	PS	417.34	0.696
		ALTOVERDE	3	PS	381.55	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	362.95	0.605
		STELAR	4	FJ	657.99	1.000
		PLEXUS	4	FJ	397.28	0.662
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	323.17	0.539
		ALTOVERDE	4	PS	302.39	0.504
		STELAR	5	FJ	573.99	0.957
		PLEXUS	5	FJ	455.35	0.759
		PLEXUS	6	FJ	438.94	0.732
		PLEXUS	7	FJ	334.25	0.557

Nota: Se ordena de forma descendente por anillo indicando el volumen de eliminación y pesos del factor de acuerdo a cada anillo y proyecto. Adaptado de la tabla 99.

Tabla 102

Características del "Ensayo 200" de los 4 casos de estudio

	"Plexus"	"Stelar"	"Alto Verde"	"Parque Alameda"		
Anillos	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)	Eliminación Prom (m3/día)		
1	500.74	576.61	407.70	444.64		
2	547.80	584.39	366.25	489.81		
3	443.44	670.68	441.67	380.86		
4	423.11	738.64	336.20	332.28		
5	455.35	573.99				
6	473.80					
7	356.93					
Max (m3)	1613	1167	664	879		
Min (m3)	202	201	214	209		
Promedio (m3)	458	667	395	412		
Total Datos	83	36	41	59		
Datos Atipicos - 200 (m3)	21 25.30 %	2 5.56 %	11 26.83%	18 30.51 %		
Total Volumen (m3)	31118.64	22910	13325.65	18786		
Volumenes Atipicos - 200 (m3)	2743 8.81 %	248 1.08 %	1486.80 11.157 %	1897.5 10.10 %		

Nota: Se descarta y analiza los datos y rendimientos diarios menores o iguales a 200 m3/día observados en etapa de excavación y eliminación. Adaptado de las tablas analizados y estudiados.

Tabla 103

"Ensayo 200" comportamiento de eliminación de acuerdo al rendimiento obtenido.

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	4	FJ	738.6	1.000
		STELAR	3	PS	670.7	1.000
		STELAR	2	RI	584.4	0.974
		STELAR	1	DR	576.6	0.961
1200	30.00	STELAR	5	FJ	574.0	0.957
		PLEXUS	2	RI	547.8	0.913
		PLEXUS	1	DR	500.7	0.835
867	20	PARQUE ALAMEDA	2	RI	490.0	0.817
		PLEXUS	6	FJ	473.8	0.790
		PLEXUS	5	FJ	455.4	0.759
		PLEXUS	3	PS	443.4	0.739
788.5	18.86	PARQUE ALAMEDA	1	DR	442.4	0.737
		ALTOVERDE	3	PS	441.7	0.736
		PLEXUS	4	FJ	423.1	0.705
		ALTOVERDE	1	DR	407.7	0.680
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	379.0	0.632
		ALTOVERDE	2	RI	367.5	0.613
		PLEXUS	7	FJ	356.9	0.595
		ALTOVERDE	4	PS	336.2	0.560
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	332.34	0.554

Nota: Se analiza los rendimientos diarios menores o igual a 200 m3/día indicando el peso del factor de rendimiento técnico. Adaptado de la tabla con el rendimiento original de cada proyecto.

Tabla 104

"Ensayo 200" comportamiento de eliminación por anillo y metodología.

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodo	Vol Elim (m3)	Pesos
1100	30.25	STELAR	1	DR	676.00	1.000
1200	30.00	PLEXUS	1	DR	500.74	0.835
867	20.00	PARQUE ALAMEDA	1	DR	442.43	0.737
788.5	18.86	ALTOVERDE	1	DR	407.70	0.680
		STELAR	2	RI	584.39	0.974
		PLEXUS	2	RI	547.80	0.913
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	490.03	0.817
		ALTOVERDE	2	RI	367.50	0.613
		STELAR	3	PS	670.68	1.000
		PLEXUS	3	PS	443.44	0.739
		ALTOVERDE	3	PS	441.67	0.736
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	379.04	0.632
		STELAR	4	FJ	738.64	1.000
		PLEXUS	4	FJ	423.11	0.705
		ALTOVERDE	4	PS	336.20	0.560
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	332.34	0.554
		STELAR	5	FJ	573.99	0.957
		PLEXUS	5	FJ	455.35	0.759
		PLEXUS	6	FJ	473.80	0.790
		PLEXUS	7	FJ	356.93	0.595

Nota: Se ordena de forma descendente por anillo indicando el volumen de eliminación y pesos del factor de acuerdo a cada anillo y proyecto. Adaptado de la tabla 102.

En cuarto lugar, teniendo los 3 ensayos con su comportamiento en cuanto a máximos y mínimos volúmenes eliminados, promedios de eliminación por proyecto, total de datos atípicos eliminados, total volúmenes eliminados, el intervalo en el que se encuentran los pesos de cada ensayo, se procede a analizar un último subfactor para decidir cuál es el ensayo

que se ajusta más con el “rendimiento técnico” correcto. Se hará una comparativa en cuanto a las características de los proyectos mencionadas con anterioridad y las características del rendimiento bruto original como: Total días calendario de eliminación por anillo, total días netos eliminados, volumen a excavar y los promedios de excavación por proyecto ver **Tabla 93** y comparar con las **tablas 96, 97 y 102**. A esta comparativa se le denominaría “Tiempos del Rendimiento Bruto” Vs “Rendimiento Bruto, 100, 150, 200” ver **tabla 105**. Analizando los rendimientos de los ensayos con los tiempos del rendimiento bruto, el volumen total por anillo, el máximo y mínimo volumen de eliminación y promedio de eliminación del proyecto se deduce que el “Ensayo 100” en el que se descarta datos y volúmenes de eliminación atípicos iguales o menores a 100 m³/día es la mejor opción pues ajusta tanto los volúmenes de eliminación vistos en obra con los tiempos de eliminación, también amplifica los volúmenes de eliminación en cada anillo de cada proyecto, el cambio de volumen de eliminación inicial y final se observa en la **tabla 106** y visualmente por anillo de cada proyecto se verá en los **anexos 11, 15, 20 y 23**. Finalmente se tomará como muestra para poder identificar el factor de peso del rendimiento técnico los rendimientos vistos en la **Tabla 96**.

Tabla 105

Comparativa de 3 ensayos en base a tiempos y características de eliminación original

Descripción / Proyectos	"Plexus"		"Stelar"		"AltoVerde"		"Parque Alameda"	
Anillo	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "Bruto"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "Bruto"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "Bruto"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "Bruto"
1	2	2	3	3	3	3	2	2
2	5	5	2	1	4	1	3	3
3	3	3	1	5	1	4	4	4
4	6	6	4	4	2	2	1	1
5	1	1	5	2				
6	4	4						
7	7	7						
Descripción	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "100"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "100"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "100"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "100"
1	2	2	3	3	3	3	2	2
2	5	5	2	2	4	1	3	3
3	3	3	1	1	2	2	4	4
4	6	6	4	5	1	4	1	1
5	1	1	5	4				
6	4	4						
7	7	7						
Descripción	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "150"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "150"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "150"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "150"
1	2	2	3	3	3	3	2	2
2	5	5	1	4	4	2	3	1
3	3	6	2	2	2	1	4	3
4	6	1	4	1	1	4	1	4
5	1	3	5	5				
6	4	4						
7	7	7						
Descripción	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "200"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "200"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "200"	"Tiempos Rend Bruto"	Rend "200"
1	2	2	3	4	3	3	2	2
2	5	1	1	3	4	1	3	1
3	3	6	2	2	2	2	4	3
4	6	5	4	1	1	4	1	4
5	1	3	5	5				
6	4	4						
7	7	7						

Nota: Se ha realizado un cuadro comparativo de acuerdo a los ensayos realizados previamente en base a los tiempos de rendimiento bruto vs el rendimiento bruto de cada proyecto. Adaptado de las tablas de ensayo realizados previamente.

Tabla 106

Rendimientos finales amplificados representados de color rojo

Anillo	Rendimiento (m3/dia) / Proyecto	"Plexus" Rend Técnico	"Stelar" Rend Técnico	"AltoVerde" Rend Técnico	"Parque Alameda" Rend Técnico
1	Bruto	336	577	312	211
	Análisis 100	355	577	337	294
2	Bruto	421	513	245	490
	Análisis 100	467	584	320	490
3	Bruto	382	671	382	339
	Análisis 100	417	671	382	363
4	Bruto	324	539	302	292
	Análisis 100	345	539	302	302
5	Bruto	382	574		
	Análisis 100	455	574		
6	Bruto	382			
	Análisis 100	382			
7	Bruto	286			
	Análisis 100	298			

Nota: Se realiza con la identificación de acuerdo a la tabla 99 considerando el ensayo 100 de cada proyecto de acuerdo al anillo indicando el rendimiento bruto y análisis 100. Adaptado de la tabla 104.

4.2.3.1 Selección y análisis del Factor de Rendimiento

Para la selección y análisis del factor de rendimiento se realizaron con anterioridad 3 ensayos ya descritos y analizados, teniendo como resultado el “ensayo 100”, el cual elimina datos atípicos iguales o menores a 100 m³/día, en este subcapítulo se deducirá la tendencia de la data para proyecciones futuras, el equipo de trabajo y método usado en cada anillo de eliminación por proyecto, finalmente se mostrará los factores de peso del rendimiento técnico a usar en el ratio de eficiencia.

Los pasos que se han realizado para la identificación del Factor de Rendimiento:

- a. Se realizará con la recolección de data general de cada proyecto de estudio tomando los datos como en el factor de metodología (Metodología, Equipo de Trabajo y Rendimiento Promedio Amplificado “Ensayo 100” de las **tablas 107, 108, 109 y 110**) y con su respectivo gráfico de dispersión para cada proyecto con respecto a los anillos que presenta.

Tabla 107

Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto STELAR.

Stelar								
Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo					Rendimiento Promedio de Eliminación (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Faja	Camión Volquete		
						Exterior	Interior	
1	Conformación de Rampa	Eliminación directa	X				X	577
2	Conformación de Rampa	Eliminación indirecta	X			X	X	584
3	Pasamanos con banquetas		XX			X		671
4	Faja Transportadora		XX		X	X		539
5	Faja Transportadora		XX		X	X		574
							Prom Eliminación Proy	589

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto STELAR, indicando el rendimiento por anillo. Adaptado por la data tomada del proyecto STELAR.

Figura 102. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 107 por investigación propia, 2017.

Tabla 108

Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto PLEXUS.

Plexus								
Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo					Rendimiento Promedio de Eliminación (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Faja	Camión Volquete		
						Exterior	Interior	
1	Conformación De Rampa	Eliminación directa	X				X	355
2	Conformación De Rampa	Eliminación indirecta	X			X	X	467
3	Pasamanos con banquetas		X	X		X		417
4	Faja Transportadora		X		X	X		345
5	Faja Transportadora		X		X	X		455
6	Faja Transportadora		X		X	X		382
7	Faja Transportadora		X		X	X		298
							Prom Eliminación Prov	389

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto PLEXUS, indicando el rendimiento por anillo. Adaptado por la data tomada del proyecto PLEXUS.

Figura 103. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 108 por investigación propia, 2017.

Tabla 109

Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto ALTOVERDE

Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo				Rendimiento Promedio de Eliminación (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Camión Volquete		
					Exterior	Interior	
1	Conformación De Rampa	Eliminación directa		X		X	337
2	Conformación de Rampa	Eliminación indirecta		X	X	X	321
3	Pasamanos con Banquetas		X	X	X		382
4	Pasamanos con Banquetas		X	X	X		302
						Prom Eliminación Proy	336

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto ALTOVERDE, indicando el rendimiento por anillo. Adaptado por la data tomada del proyecto ALTOVERDE.

Figura 104. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 109 por investigación propia, 2017

Tabla 110

Rendimientos promedios de eliminación por anillo con su equipo de trabajo y metodología del proyecto PARQUE ALAMEDA

Parque Alameda							
Anillo	Metodología		Equipo De Trabajo				Rendimiento Promedio de Eliminación (m3/día)
			Excavadora Oruga	Excavadora De Rueda	Camión Volquete		
					Exterior	Interior	
1	Conformación de Rampa	Eliminación directa		X		X	294
2	Conformación De Rampa	Eliminación indirecta		X	X	X	490
3	Pasamanos con Banquetas		X	X	X		363
4	Pasamanos con Banquetas		X	X	X		302
						Prom Eliminación Proy	362

Nota: Se ha realizado la identificación por equipo de trabajo a partir de la metodología y anillo del proyecto Parque Alameda, indicando el rendimiento por anillo. Adaptado por la data tomada del proyecto Parque Alameda.

Figura 105. Gráfico de dispersión del rendimiento técnico por anillo del proyecto PARQUE ALAMEDA. Adaptado de los datos registrados de la tabla 110 por investigación propia, 2017

- b. Con los cuadros anteriores de cada proyecto de estudio con respecto a su rendimiento y metodología, se procede a realizar un cuadro general presentados en la **tabla 111**.

Tabla 111

Identificación del Factor de Rendimiento Técnico en base a los 4 proyectos de estudio

Rendimientos Técnicos (m3/día)						
Descripción	Anillo	Metodologías	Plexus	Stelar	Alto Verde	Parque Alameda
			"San Miguel"	"Barranco"	"Pueblo libre"	"Jesús María"
Análisis	1	Directo / Rampa "DR"	355.2	577	337.4	293.8
	2	Rampa / Indirecta "RI"	466.6	584	320.8	489.8
	3	Pasamanos Con Banquetas "PS"	417.3	671	381.5	363.0
	4	Pasamanos Con Banquetas "PS"			302.4	302.4
	4	Faja Transportadora "FJ"	345.2	539		
	5	Faja Transportadora "FJ"	455.4	574		
	6	Faja Transportadora "FJ"	382.4			
	7	Faja Transportadora "FJ"	298.1			

Nota: Se ha realizado el desagregado cada Proyecto por las metodologías y anillo indicando los rendimientos técnicos de cada uno para la identificación del factor de rendimiento. Adaptado de las tablas y figuras antes presentadas.

- c. Con los factores estandarizados y recolectados en base a las datas generales realizadas en este capítulo se inicia con la identificación del factor de rendimiento en cada proyecto de estudio obteniendo como resultado la **Tabla 112**.

Tabla 112
Factor de Rendimiento Técnico en los proyectos de estudio

Area (m2)	Frontis (m)	Proyecto	Anillo	Metodos	Rendimiento Eliminación (m3)	Pesos Factor Rendimiento (Adimensional)
1100	30.25	STELAR	1	DR	576.61	0.961
1200	30.00	PLEXUS	1	DR	355.18	0.592
867	20.00	ALTOVERDE	1	DR	337.39	0.562
788.5	19.00	PARQUE ALAMEDA	1	DR	293.77	0.490
		STELAR	2	RI	584.39	0.974
		PARQUE ALAMEDA	2	RI	489.81	0.816
		PLEXUS	2	RI	466.57	0.778
		ALTOVERDE	2	RI	320.80	0.535
		STELAR	3	PS	670.68	1.000
		PLEXUS	3	PS	417.34	0.696
		ALTOVERDE	3	PS	381.55	0.636
		PARQUE ALAMEDA	3	PS	362.95	0.605
		STELAR	4	FJ	539.33	0.899
		PLEXUS	4	FJ	345.20	0.575
		PARQUE ALAMEDA	4	PS	302.43	0.504
		ALTOVERDE	4	PS	302.39	0.504
		STELAR	5	FJ	573.99	0.957
		PLEXUS	5	FJ	455.35	0.759
		PLEXUS	6	FJ	382.40	0.637
		PLEXUS	7	FJ	298.12	0.497

Nota: Se realiza con la identificación del peso del factor de rendimiento de acuerdo a la tabla ya estandarizada de forma descendente por anillo. Adaptado de las tablas analizadas previamente.

4.2.4 Profundidad

Se dice que representa el fondo de algo y el punto tomado como referencia. Las alturas o longitudes tomadas para el factor profundidad son el resultado del diseño estructural de los muros anclados, dato obtenido por los proyectistas. Además, Las profundidades a excavación son definidas y ajustadas en obra por el residente de obra y ejecutadas por los contratistas en base al diseño estructural, estudio de mecánica de suelos y otros factores (**Ver Anexo 33 Geofundaciones Del Perú Proyecto AltoVerde y Anexo 16 EMS**). Para este factor se está considerando el nivel de cada anillo según la altura del muro anclado de los proyectos estudiados.

La variable de profundidad es importante, ya que, “castiga” o minora el rendimiento de eliminación, por ende, la eficiencia en la excavación y eliminación del proyecto, es decir, actúa inversamente proporcional al “Ratio de Eficiencia”. Para el análisis de cada proyecto, es necesario conocer que las profundidades de excavación son distintas, reflejándose estas en alturas de muros anclados y altura de sótanos proyectados. Para cada proyecto estudiado se va a mostrar la altura promedio de cada anillo de muro anclado, esto se muestra en la **tabla**

114, además se muestra la cantidad y altura de sótanos presentes porque son estos los que definen el cambio de alturas de los muros anclados en los proyectos ver **tabla 113**, por último, se mencionarán las áreas encontradas presentes en cada sótano en los siguientes subcapítulos.

Tabla 113
Alturas de sótanos de cada proyecto estudiado

Nº	Descripción / Proyecto	Ubicación	Nro. Sótanos	Enumeración	Profundidad
1	Altoverde	Pueblo Libre	4	1	2.8
				2	2.75
				3	2.75
				4	2.75
				Resto	3.54
2	Plexus	San Miguel	7	1	2.8
				2	2.8
				3	2.8
				4	2.8
				5	2.8
				6	2.8
				7	2.8
3	Stelar	Barranco	5 + 1 Semisótano	1	2.5
				2	2.6
				3	3.4
				4	3.5
				5	4.75
4	Parque Alameda	Jesús María	5	1	4.6
				2	2.8
				3	2.8
				4	2.8
				5	2.8
				Resto	2.35

Nota: Se ha realizado el desagregado del número de proyectos por descripción, ubicación, sótanos indicando la profundidad de cada anillo. Adaptado de los registros tomados de cada proyecto en el capítulo 3.

4.2.4.1 Proyecto Altoverde

Los valores de 4.60, 2.80, 2.80, 2.80, 2.80, 2.80 reflejan alturas de los 5 sótanos en ese orden respectivamente y son de uso para estacionamiento.

La altura de “Resto” refleja a los siguientes ambientes:

- 1 cisterna de agua contra incendios.
- 2 cisternas de agua de consumo.
- 1 cuarto de extracción de monóxidos.
- 1 cuarto de bombas.

- e. 1 tramo de continuidad de escaleras.

4.2.4.2 Proyecto Plexus

Los valores de 2.8, 2.80, 2.80, 2.80, 2.80, 2.80, 2.80 reflejan alturas de los 7 sótanos en ese orden respectivamente y son de uso para estacionamiento.

- a. El último sótano presenta 1 cuarto de bombas, 1 cisterna de agua contra incendio y 1 cisterna de consumo doméstico
- b. 1 tramo de continuidad de escaleras.

La altura de “Resto” refleja a los siguientes ambientes:

- a. 1 cisterna de agua contra incendios.
- b. 2 cisternas de agua de consumo.
- c. 1 cuarto de extracción de monóxidos.
- d. 1 cuarto de bombas.
- e. 1 tramo de continuidad de escaleras.

4.2.4.3 Proyecto Stelar

Los valores de 1.35, 2.60, 2.60, 2.60, 2.60, 3.05, 1.80 reflejan alturas de 1 semisótano y 5 sótanos en ese orden respectivamente y son de uso para estacionamiento.

- a. En el último sótano, se encuentra la presencia de: 1 Cisterna de agua contra incendios, 1 cámara de bombeo, 1 cuarto de bombas y 2 cisternas de consumo diario.

La altura de “Resto” refleja parte de los cimientos.

4.2.4.4 Proyecto Parque Alameda

Los valores de 2.8, 2.75, 2.75, 2.75 reflejan alturas de los 4 sótanos en ese orden respectivamente y son de uso para estacionamiento.

La altura de “Resto” refleja a los siguientes ambientes:

- a. 2 cisterna Doméstica.
- b. 1 cuarto De Bombas.
- c. 1 tramo de continuidad de Escaleras.

d. 1 cuarto para Acelerógrafo.

Para la identificación del factor de profundidad se tomará la altura de los muros anclados de cada proyecto, ya que como se ha explicado al inicio de este capítulo el rango y la diferencia de altura en cada anillo es distinta, sobre todo para los últimos anillos que en algunos proyectos se considera además del sótano el cuarto de máquinas o la cisterna, esto se reflejara en la **tabla 114**. Además, tener en consideración para efectos prácticos las alturas de muros anclados o medidas para el análisis de los anillos de eliminación, se tomarán como adimensionales.

Tabla 114
Altura de anillos de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillos	Metodos	Altura Muros Anclados (m)	Cantidad Muros Anclados	Rendimiento De Eliminación Prom (m3/día)
Stelar	1	DR	2.50	37	589
	2	RI	2.59	42	
	3	PS	3.39	33	
	4	FJ	3.51	33	
	5	FJ	4.56	33	
Plexus	1	DR	2.50	28	389
	2	RI	3.50	28	
	3	PS	3.50	28	
	4	FJ	3.50	28	
	5	FJ	3.50	28	
	6	FJ	3.50	31	
	7	FJ	4.20	31	
AltoVerde	1	DR	3.35	28	336
	2	RI	3.35	28	
	3	PS	3.35	28	
	4	PS	2.95	28	
Parque Alameda	1	DR	3.70	28	362
	2	RI	3.70	28	
	3	PS	3.70	31	
	4	PS	4.65	31	

Nota: Se ha realizado la identificación del factor de profundidad por la altura de los muros anclados de cada proyecto. Adaptado de los registros tomados de los casos de estudio.

4.2.5 Coeficiente de Ajuste

Esta variable depende del avance que tiene producción de los muros anclados, por ejemplo, si la altura es menor, se encofra menos y se realiza el vaciado más rápido en comparación a otros muros de mayor altura, teniendo muros anclados de menor altura con una eliminación más progresiva, es así que se toma en consideración para este factor la altura del muro

Anclado más pequeño por proyecto y que es directamente proporcional a la ratio de eficiencia.

Por otro lado, es necesario denotar que las alturas de muro Anclado “castigan” al ratio de eficiencia, por ejemplo, en el caso de Stelar, lo divide en 2.50, lo cual dista mucho de las otras variables como metodología, frontis, rendimiento técnico, las cuales se encuentran próximas a la unidad, es por ello, la necesidad de tener un factor que ajuste la eficiencia. Cabe mencionar que este es un factor de ajuste y se analizó y estableció con el apoyo del Ing. Eddy Caillahua, contratista de movimiento de Tierras de la empresa OPRIMINS Arq. Santiago Romin Apaico, el Gerente General del GRUPO CACEDA, Martin David Cáceda Guaylupo, entre otros.

4.3 Análisis de Ratios de Procesos de Excavación Profunda

Con los factores identificados, analizados, se determinará los intervalos que deben cumplir el ratio de eficiencia para un buen desempeño de un sistema de excavación profunda, para cada tipo de proyecto se ha realizado con la verificación de los datos de cada factor para cada tipo de proyecto de lo que se ha estudiado.

La finalidad de este análisis es la de identificar el nivel de eficiencia en excavación y eliminación de cada proyecto mediante ratios de cada proyecto de acuerdo con la metodología, nivel de profundidad, frontis y rendimiento obtenido en cada anillo de excavación, para seleccionar los mejores aciertos de cada proyecto en sus anillos de eliminación en cuanto sus factores y subfactores vistos en el **capítulo 3**, de esta manera se conocerá y mostrará la mejor forma de hacer una excavación y eliminación masiva de material para la construcción de sótanos de otros casos de estudio con las mismas condiciones establecidas en el alcance. A continuación, se mostrará la fórmula del “Ratio de Eficiencia” creada de acuerdo a la trascendencia explicada en los subcapítulos anteriores y que puede ser aplicada por proyecto o anillo en cada proyecto **ver figura 106**.

$$\text{Ratio de Eficiencia por Proyecto} \frac{y}{o} \text{ sotano} = \frac{K * M * F * R}{H_i}$$

Figura 106. Formula Ratio de Eficiencia.

4.3.1 Análisis por Anillo

Con el desarrollo de los resultados y cálculos de cada proyecto en las tablas anteriores se ha desarrollado un análisis detallado por anillo de cada caso de estudio, obteniendo valores que reflejan el estado del proceso de eliminación de material de cada obra.

Se ha desarrollado un análisis con respecto a la data recolectada de los cuatro proyectos sobre 7 anillos, teniendo mayor estudio en proyectos de hasta 4 anillos, ya que los 4 casos de estudio tienen en común la presencia de muros anclados hasta el cuarto anillo, además como límite superior en la excavación por anillo se cuenta con Plexus, quién cuenta con 7 anillos de excavación y eliminación.

4.3.1.1 Primer Anillo

Con respecto al primer anillo en general se ha desarrollado con el método de Conformación de rampas, teniendo así en el proyecto “Stelar” uno de los mejores rendimientos con respecto a los demás anillos presentando un promedio de 577 m³/día con un factor de peso de 0.961 y la mejor eficiencia *ver tabla 115*. Además, el desarrollo de este proceso de eliminación se desarrolla en su mayoría de manera directa, ya que el acarreo y movimiento de tierra es dentro de la obra.

Tabla 115
Factores del Primer Anillo de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillo	Métodos Aplicación	Factores					Ratio Eficiencia
			Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Stelar	1	DR	1.000	1.000	0.961	2.50	2.500	0.961
Plexus	1	DR	1.000	1.000	0.592	2.50	2.500	0.592
Altoverde	1	DR	1.000	0.979	0.562	3.35	3.350	0.550
Parque Alameda	1	DR	1.000	0.981	0.490	3.70	3.700	0.480

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del primer anillo indicando el ratio de eficiencia.

Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.1.2 Segundo Anillo

En el segundo anillo se desarrolla de una manera similar al primer anillo en base a todos los proyectos estudiados, en la que el sistema de eliminación de material para este anillo se realiza mediante conformación de rampas. El acarreo y movimiento de material va a depender de acuerdo con el área de la propiedad donde se desarrolle el proyecto, en la mayoría es externa, debido a la colocación del material dentro de la obra para su almacenaje

y no presentar problemas más adelante con la fiscalización de los municipios visualizar **tabla 116**.

Tabla 116
Factores del Segundo Anillo de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillo	Métodos Aplicación	Factores					Ratio Eficiencia
			Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Stelar	2	RI	0.974	1.000	0.974	2.59	2.500	0.915
Plexus	2	RI	0.974	1.000	0.778	3.50	2.500	0.541
Altoverde	2	RI	0.974	0.979	0.535	3.35	3.350	0.510
Parque Alameda	2	RI	0.974	0.981	0.816	3.70	3.700	0.780

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del segundo anillo indicando el ratio de eficiencia.

Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.1.3 Tercer Anillo

El tercer anillo para los 4 proyectos es un punto intermedio a los resultados que se tiene frente al ratio de eficiencia con respecto a la mayor eficiencia “la unidad” ya que presenta valores con un intervalo de 0.442 a 0.655, que dependen del tipo de la metodología empleada y el rendimiento técnico, además, se observa que STELAR tiene buen comportamiento en su rendimiento técnico y Frontis, sin embargo, por la profundidad presentada reduce su eficiencia a 0.655 y la menor eficiencia la presenta el proyecto PLEXUS por la profundidad y rendimiento técnico observado en la **tabla 117**.

Tabla 117
Factores del Tercer Anillo de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillo	Métodos Aplicación	Factores					Ratio Eficiencia
			Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Stelar	3	PS	0.889	1.000	1.000	3.39	2.500	0.655
Plexus	3	PS	0.889	1.000	0.696	3.50	2.500	0.442
Altoverde	3	PS	0.889	0.979	0.636	3.35	3.350	0.553
Parque Alameda	3	PS	0.889	0.981	0.605	3.70	3.700	0.527

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del tercer anillo indicando el ratio de eficiencia.

Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.1.4 Cuarto Anillo

El cuarto anillo con respecto a los proyectos de estudio presenta valores mínimos, pero como se puede apreciar en la **tabla 118**, el ratio de eficiencia va a depender mucho al tipo de metodología de eliminación y rendimiento observado en cada anillo. Con faja transportadora en STELAR presenta un RE (Ratio Eficiencia) de 0.535, sin embargo, con el mismo método el proyecto PLEXUS presenta 0.343 de Eficiencia, además, con el método de pasamanos en los AltoVerde se cuenta con una eficiencia de 0.478 y Parque Alameda con 0.335. Entonces

de acuerdo a los resultados de la **tabla 118**, se entiende que Parque Alameda tiene menos eficiencia por presentar mayor altura de anillo y bajo rendimiento técnico en Obra que fueron los menores en comparación a los otros proyectos.

Tabla 118
Factores del Cuarto Anillo de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillo	Métodos Aplicación	Factores					Ratio Eficiencia
			Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Stelar	4	FJ	0.836	1.000	0.899	3.51	2.500	0.535
Plexus	4	FJ	0.836	1.000	0.575	3.50	2.500	0.343
Altoverde	4	PS	0.853	0.979	0.504	2.95	3.350	0.478
Parque Alameda	4	PS	0.853	0.981	0.504	4.65	3.700	0.335

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del cuarto anillo indicando el ratio de eficiencia.

Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.1.5 Quinto Anillo

En el quinto anillo el RE en base a dos proyectos de estudio presenta una variabilidad de 0.015, por lo que se puede apreciar que la diferencia y lo que interviene para que estos datos varíen va a depender de la profundidad que estas presentan. En el 5to anillo la profundidad de 16.56 de STELAR presenta un RE de 0.413 y en PLEXUS con profundidad de 16.50 presenta un RE de 0.428 influirá demasiado en la eficiencia, ya que los demás factores presentan el mismo valor en ambos proyectos.

Tabla 119
Factores del Quinto Anillo de los proyectos de estudio

Proyecto	Anillo	Métodos Aplicación	Factores					Ratio Eficiencia
			Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Stelar	5	FJ	0.79	1.00	0.96	4.56	2.50	0.413
Plexus	5	FJ	0.79	1.00	0.76	3.50	2.50	0.428

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del quinto anillo indicando el ratio de eficiencia.

Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.1.6 Sexto y Séptimo Anillo

Para anillos de sexto y séptimo nivel se presenta un RE que desciende de manera considerable en base a un proyecto de estudio que presenta esa cantidad de anillos. Y como se ha comentado en el capítulo anterior uno de los factores que interviene en el RE es el nivel de profundidad que tiene el anillo. Los últimos anillos en general de niveles más profundos al cuarto anillo se realizan con el método de faja transportadora, además que a más profundidad este RE disminuye, es así que PLEXUS en el sexto anillo presenta una

eficiencia de 0.351 y en el séptimo anillo presenta la eficiencia más baja presentada en la tesis de 0.225.

Tabla 120
Factores del Sexto y Séptimo Anillo del proyecto PLEXUS

Proyecto	Anillo	Factores						Ratio Eficiencia
		Métodos Aplicación	Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	
Plexus	6	FJ	0.77	1.00	0.64	3.50	2.50	0.351
Plexus	7	FJ	0.76	1.00	0.50	4.20	2.50	0.225

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del sexto y séptimo anillo indicando el ratio de eficiencia. Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.2 Análisis por Proyectos

Realizado el análisis por anillo, también se realizará un análisis con respecto a cada proyecto estudiado y que se ha levantado la data. Con todos los factores ya estandarizados y verificados se han identificado cada peso y se ha determinado el ratio de eficiencia para cada anillo.

Seguidamente se realiza un análisis en base a 4 anillos, ya que a nivel de proyectos estudiados es la cantidad de anillos similares que contiene cada uno y se realiza una comparación en promedio a nivel general y 4 proyectos.

4.3.2.1 Proyecto Stelar

En el proyecto STELAR que cuenta con una cantidad de 5 anillos presenta un mejor ratio de eficiencia en el primer anillo la que descende a mayor profundidad. La cantidad de metodologías que se ha usado es de 3 sistemas diferentes, los dos primeros anillos con conformación de rampas, el tercer anillo con Pasamanos con Banquetas y los últimos anillos con faja transportadora, teniendo una diferencia en cada metodología de 0.10 aproximadamente.

En base a factor de frontis presenta un frontis de 30.25 ml la cual presenta un valor de 1 durante todo el proyecto. El factor de rendimiento técnico que presenta el stelar es eficiente en los primeros anillos, presentando en los últimos anillos unos valores promedio a 0.85.

Con respecto a los dos últimos factores, la profundidad presentara un valor de 2.50 a 4.56 m, de manera que este factor asciende, ya que en el último nivel de sótano se presenta el

cuarto de máquina y cisterna. Como coeficiente de ajuste se tomará como mínimo valor de profundidad de 2.50 m, ya que a menor altura este presentará menor encofrado y el tiempo será más rápido para su ejecución.

En el ratio de eficiencia general del proyecto se ha obtenido un ratio de eficiencia media, lo que da a entender que es un proyecto que ha desarrollado una eliminación de material para la construcción de sótanos buena, con algunas deficiencias en los últimos anillos con respecto al análisis por anillo, ya que presentan como RE 0.69 y 0.76 en base al proyecto y a los 4 anillos similares respectivamente que presentan cada proyecto.

Tabla 121
Ratio de Eficiencia del proyecto STELAR

Proyecto / Variables	Anillo	Descripción	Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coeficiente De Ajuste	Ratio Eficiencia
Stelar	1	DR	1.00	1.00	0.96	2.50	2.50	0.9610
	2	RI	0.97	1.00	0.97	2.59	2.50	0.9150
	3	PS	0.89	1.00	1.00	3.39	2.50	0.6550
	4	FJ	0.84	1.00	0.90	3.51	2.50	0.5353
	5	FJ	0.79	1.00	0.96	4.56	2.50	0.4134
Prom Proyecto								0.6959
Prom 4 Anillos								0.7666

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del proyecto STELAR por anillo indicando el ratio de eficiencia. Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

4.3.2.2 Proyecto Plexus

El proyecto PLEXUS es uno de los casos de estudio que ha presentado mayor cantidad de anillos, teniendo como sistemas de eliminación de material 2 que son de conformación de rampas, pasamanos mediante banquetas y faja transportadora, con factor de metodología 1.00 (0.97), 0.89 y 0.84 respectivamente.

Como factor de frontis presenta 1.00, ya que presenta un frente de trabajo de 30 ml, la que con respecto a experiencias y evaluado técnicamente es una medida óptima para un buen trabajo. El rendimiento técnico al igual que el proyecto STELAR presenta un mejor rendimiento en los primeros anillos, de manera que a mayor profundidad esta se reduce.

Como factor de profundidad, presenta una altura casi similar en todos los niveles, con variación en el primer anillo con 2.50 m y en el último anillo con 4.20 m, de ahí los demás niveles con una altura similar de 3.50 m, lo que como presenta una altura menor a las demás medidas se selecciona como coeficiente de ajuste de 2.50.

Tabla 122
Ratio de Eficiencia del proyecto PLEXUS

Proyecto / Variables	Anillo	Descripción	Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	Ratio Eficiencia
Plexus	1	DR	1.00	1.00	0.59	2.50	2.50	0.5920
	2	RI	0.97	1.00	0.78	3.50	2.50	0.5411
	3	PS	0.89	1.00	0.70	3.50	2.50	0.4416
	4	FJ	0.84	1.00	0.58	3.50	2.50	0.3434
	5	FJ	0.79	1.00	0.76	3.50	2.50	0.4275
	6	FJ	0.77	1.00	0.64	3.50	2.50	0.3510
	7	FJ	0.76	1.00	0.50	4.20	2.50	0.2254
Prom Proyecto								0.4174
Prom 4 Anillos								0.4795

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del proyecto PLEXUS por anillo indicando el ratio de eficiencia. Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

La ratio de eficiencia presente en el proyecto PLEXUS es uno de los datos que a pesar de presentar mayor cantidad de anillos presenta valores intermedios y buenos, que como en los casos de estudios descienden a mayor profundidad y en base al RE general del proyecto y en base a 4 anillos presentes en todos los proyectos tienen los valores de 0.4174 y 0.4795 respectivamente.

4.3.2.3 Proyecto Altoverde

El proyecto ALTOVERDE presenta 4 niveles de anillo, teniendo como sistemas de eliminación la conformación de rampas y pasamanos mediante banquetas, que presentan los valores de factor de metodología 1.00, (0.97) y 0.89.

En el factor de frontis, ALTOVERDE presenta un solo frente de trabajo con una medida de 19.00 ml que presenta un valor de 0.979, siendo uno de los frentes no convenientes. Con respecto al Factor de rendimiento técnico, presenta buenos valores en los 2 primeros anillos y un valor similar en los 2 últimos anillos.

En el valor del Factor de Profundidad y coeficientes de ajuste, presenta una altura por anillo mucho mayor que los que se presentan en los demás proyectos como primeros anillos y en el valor de la altura en el último una mínima con respecto a las primeras, teniendo un valor de 3.35 y 2.95 metros respectivamente. Eligiendo, así como coeficiente de ajuste el valor mínimo de estas.

Tabla 123
Ratio de Eficiencia del proyecto ALTO VERDE

Proyecto / Variables	Anillo	Descripción	Metodología	Frontis	Rendimiento Tecnico	Profundidad	Coefficiente De Ajuste	Ratio Eficiencia
AltoVerde	1	DR	1.00	0.9788	0.56	3.35	3.35	0.5504
	2	RI	0.97	0.9788	0.53	3.35	3.35	0.5098
	3	PS	0.89	0.9788	0.64	3.35	3.35	0.5532
	4	PS	0.85	0.9788	0.50	2.95	3.35	0.4778
Prom Proyecto								0.5228
Prom 4 Anillos								0.5228

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del proyecto ALTOVERDE por anillo indicando el ratio de eficiencia. Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

En ALTOVERDE el ratio de eficiencia presenta uno de los valores más distorsionadas en base a los demás proyectos teniendo como picos de RE 0.5504 y 0.5532, en el primer y último anillo respectivamente. En base al análisis general del proyecto y en los 4 primeros anillos que presentan todos los proyectos, tiene el mismo valor de 0.5228, la que da interpretaciones muy directas al resultado que se detallaran en el capítulo 5 de nuestro proyecto de tesis.

4.3.2.4 Proyecto Parque Alameda

En el proyecto PARQUE ALAMEDA es uno del proyecto similar, en magnitud y niveles de anillos, con el proyecto ALTOVERDE, que presenta resultados muy variados, pero en concordancia con los demás proyectos ya analizados. Este proyecto presenta 2 sistemas de eliminación de material como conformación de rampas y pasamanos mediante banquetas, las que presenta un factor de 1.00, (0.97) y 0.89 respectivamente.

Como factor de frontis el proyecto presentaba un frente de trabajo de 20 ml la que presenta un valor de 0.98 y un factor de rendimiento que desciende a mayor nivel de profundidad y presenta mayores valores en los 2 primeros anillos y similar valor en las dos últimas con 1.00, 0.97 y 0.89 respectivamente.

El factor de profundidad será similar en los primeros anillos con una variación de 3.70 a 4.65 metros en el último anillo, ya que en este nivel se considera la cisterna y la cimentación y el cuarto de máquinas. Como coeficiente de ajuste se toma el valor de menor altura la que por consiguiente se usó el de 3.70 metros.

Tabla 124
Ratio de Eficiencia del proyecto Parque Alameda

Proyecto / Variables	Anillo	Descripción	Metodología	Frontis	Rendimiento Técnico	Profundidad	Coficiente De Ajuste	Ratio Eficiencia
Parque Alameda	1	DR	1.00	0.981	0.49	3.70	3.70	0.4802
	2	RI	0.97	0.981	0.82	3.70	3.70	0.7800
	3	PS	0.89	0.981	0.60	3.70	3.70	0.5273
	4	PS	0.85	0.981	0.50	4.65	3.70	0.3355
Prom Proyecto								0.5307
Prom 4 Anillos								0.5307

Nota: Se realiza con la identificación de los factores del proyecto Parque Alameda por anillo indicando el ratio de eficiencia. Adaptado de los pesos obtenidos de los factores analizados.

El ratio de eficiencia obtenida con la formula presentada, da como los primeros proyectos, que por cada anillo este se reduce, pero presentando valores positivos, lo que representara un buen proceso de eliminación eficiente. Con respecto al análisis de RE general del proyecto y a nivel de 4 anillos presentes en los proyectos estudiados, presentará un valor de 0.5307, lo cual en base a todo el análisis y desarrollo se realizará con las conclusiones respectivas en el siguiente Capítulo 5.

4.3.3 Resultados

Luego de Evidenciar las eficiencias de cada proyecto respecto a sus variables de estudio, es necesario algunas consideraciones para tener mayor rigurosidad en cuanto a este análisis, por eso se analizan las fechas de eliminación por anillo según el método, la cantidad de volquetes usados por proyecto. Por último, se hace el análisis de tendencias de eficiencia por anillo de cada proyecto mediante gráficas de dispersión para obtener así, tanto la variabilidad que tiene cada proyecto en cuanto a toda su eliminación por anillo y luego se obtiene la mejor alternativa de eliminación de los 4 proyectos en base al estudio de los 4 primeros anillos que tienen como común denominador Stelar, Plexus, Altoverde y Parque Alameda.

4.3.3.1 Fechas de Eliminación de los Proyectos en estudio.

Es importante saber las fechas de eliminación por anillo de cada proyecto, además, conocer los días útiles dedicados a eliminar y los días calendario consumidos durante la excavación en cada anillo. A continuación, se presenta la **tabla 125**, la cual presenta toda la información en mención.

Tabla 125
Tabla Fechas De Eliminación Por Anillo En Cada Proyecto

Análisis Fechas Eliminación							
Proyecto	Anillo	Metodologías	Eliminación (Tiempos)				
			Fechas Inicio - Fin		Días Bruto	Días Calendario	Días Laborables
Stelar	1	DR	17/01/2017	9/02/2017	5.5	23.5	20.5
	2	RI	9/02/2017	2/03/2017	6	21	18
	3	PS	2/03/2017	24/03/2017	6	22	19
	4	FJ	24/03/2017	22/04/2017	8	29	25
	5	FJ	22/04/2017	15/06/2017	10.5	54.5	46.5
	Total		17/01/2017	15/06/2017	36	150	129
Plexus	1	DR	5/02/2013	13/03/2013	12.5	36.5	31.5
	2	RI	13/03/2013	19/04/2013	3	37	32
	3	PS	19/04/2013	17/05/2013	10	28	24
	4	FJ	17/05/2013	23/07/2013	12	67	57
	5	FJ	23/07/2013	14/08/2013	10	22	19
	6	FJ	14/08/2013	23/09/2013	10	40	34
	7	FJ	23/09/2013	26/11/2013	19.5	64.5	55.5
	Total		5/02/2013	26/11/2013	83	295	253
AltoVerde	1	DR	8/06/2017	8/08/2017	10.5	61.5	52.5
	2	RI	8/08/2017	12/09/2017	13	35	30
	3	PS	12/09/2017	14/10/2017	8	32	28
	4	PS	14/10/2017	14/11/2017	3.5	31.5	26.5
	Total		8/06/2017	14/11/2017	41	160	137
Parque Alameda	1	DR	1/02/2017	10/03/2017	20.5	37.5	32.5
	2	RI	10/03/2017	19/04/2017	8	40	34
	3	PS	19/04/2017	23/05/2017	12	34	29
	4	PS	23/05/2017	19/06/2017	18.5	27.5	23.5
	Total		1/02/2017	19/06/2017	59	139	119

Nota: Se identifica la cantidad de fechas y días de eliminación por anillo de cada proyecto. Adaptado de los registros obtenidos en el capítulo 3 de casos de estudio.

La **tabla 125** es importante porque, sabiendo las fechas límites de cada eliminación se puede tener mayor rigurosidad de análisis en cuanto a las fechas de eliminación y sus metodologías, además corroborar la eficiencia que tuvo cada proyecto con sus anillos en base a tiempos. Es así que se observa que el proyecto Stelar obtuvo menos días de eliminación durante toda la etapa de eliminación masiva, además, se observa que el proyecto que más duró fue el de plexus, la excavación en este proyecto duró casi 10 meses, teniendo 7 anillos y también se observa que el proyecto de Altoverde en cuanto a tiempos, fue menos eficiente, pese que sus días útiles son buenos, los días calendarios no los respaldan (137 días). Para tener mayor certeza de lo mencionado se hace un pequeño análisis en base a los 4 anillos de cada proyecto. A continuación, se presenta la **tabla 126**, la cual refleja la eficiencia en tiempos de los proyectos.

Tabla 126

Tabla de días de Eliminación en común hasta el cuarto anillo de cada proyecto

4 Anillos					
Descripción	Eliminación (Tiempos)				
	Días Bruto	Días Calendario	Días Laborables	Area	Profundidad
Stelar	25.5	95.5	82.5	1086.6	12.0
Plexus	43.5	168.5	144.5	1200.0	13.0
Alto Verde	41.0	160.0	137.0	788.5	13.0
Parque Alameda	59.0	139.0	119.0	867.0	15.8

Nota: Se toma los datos de acuerdo a los registros de datos indicando la cantidad de los días de cada proyecto de acuerdo a 4 anillos. Adaptado de los registros de datos de los casos de estudio.

4.3.3.2 Volquetes Eliminación Proyecto

La información de la cantidad y capacidad de volquetes utilizados por proyecto se evidencia en la siguiente tabla, donde se puede dar a confirmar que la cantidad de volquetes también repercute a la cantidad de anillos que se van a realizar.

Tabla 127

Cantidad de volquetes en cada proyecto

Descripción	Cantidad Volquetes
Stelar	1158
Plexus	1825
Alto Verde	679
Parque Alameda	905

Nota: Se toma la cantidad de los volquetes de cada Proyecto en su totalidad. Adaptado de los registros de datos de cada proyecto estudiado.

4.3.3.3 Tendencia de eficiencia por anillo de cada proyecto.

La tendencia del proyecto Stelar es satisfactoria, el coeficiente de correlación se acerca a 1, lo cual es evidencia que el ajuste del modelo en forma exponencial es el adecuado, es decir, la variabilidad entre las variables de eficiencia y anillo analizado por metodología es mínima, las variables presentan buena asociación, incluso se podría decir que la variable de anillo se podría usar para predecir las eficiencias, en este caso, de manera cuadrática.

Tabla 128
Variabilidad de la eficiencia por anillo STELAR

Proyecto	Anillo	Metodología	Ratio Eficiencia
Stelar	1	DR	0.9610
	2	RI	0.9150
	3	PS	0.6550
	4	FJ	0.5353
	5	FJ	0.4134
	Prom Proyecto		0.6959
	Prom 4 Anillos		0.7666

Nota: Se ha realizado la colocación del peso del ratio de eficiencia por anillo del proyecto STELAR. Adaptado de la tabla de intervalos de los pesos de eficiencia realizado por los análisis del proyecto STELAR.

Figura 107. Tendencia de Eficiencia por anillo STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 128 por investigación propia, 2017

En el caso de Plexus, la variabilidad entre la variable de Eficiencia y Anillo es muy grande, $R^2 = 0.85$, el coeficiente de correlación es muy bajo, por ende, el modelo cuadrático, en la **figura 108**, no es adecuado para describir la relación entre las variables. Fuera de ello, la gráfica de dispersión refleja que durante la eliminación hubo imprevistos en obra, ya sea a la construcción de muros anclados o factores externos.

Tabla 129
Variabilidad de la eficiencia por anillo PLEXUS

Proyecto	Anillo	Metodología	Ratio Eficiencia
Plexus	1	DR	0.5920
	2	RI	0.5411
	3	PS	0.4416
	4	FJ	0.3434
	5	FJ	0.4275
	6	FJ	0.3510
	7	FJ	0.2254
	Prom Proyecto		0.4174
	Prom 4 Anillos		0.4795

Nota: Se ha realizado la colocación del peso del ratio de eficiencia por anillo del proyecto PLEXUS. Adaptado de la tabla de intervalos de los pesos de eficiencia realizado por los análisis del proyecto PLEXUS.

Figura 108. Tendencia de eficiencia por anillos PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 129 por investigación propia, 2017

La Tendencia con respecto al proyecto ALTOVERDE no es tan satisfactorio, el coeficiente de correlación no tiende a 1, más bien presenta una gran deficiencia en el primer anillo. Sin embargo, con respecto a los dos últimos anillos, presenta uno de los ratios más eficientes con respecto a los demás proyecto estudiados en base a la data recogida. En base a la variabilidad que estas presentan entre la eficiencia y el anillo es grande, muy similar al proyecto PLEXUS, ya que cuenta con un $R^2=0.47$. Fuera de ello, nuestro diagrama de dispersión reflejada en la *figura 110* puede verificar que se han presentado algunos

imprevistos durante el primer anillo y sobre todo en el tercer anillo, ya que presenta un gran alejamiento a nuestra línea de tendencia, lo que contribuye al coeficiente de correlación.

Tabla 130
Variabilidad de Eficiencia por anillo ALTOVERDE

Proyecto	Anillo	Metodología	Ratio Eficiencia
AltoVerde	1	DR	0.5504
	2	RI	0.5098
	3	PS	0.5532
	4	PS	0.4778
	Prom Proyecto		0.5228
	Prom 4 Anillos		0.5228

Nota: Se ha realizado la colocación del peso del ratio de eficiencia por anillo del proyecto ALTOVERDE. Adaptado de la tabla de intervalos de los pesos de eficiencia realizado por los análisis del proyecto ALTOVERDE.

Figura 109. Tendencia de eficiencia por anillo ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 130 por investigación propia, 2017

Con respecto al Parque Alameda presenta una variabilidad y eficiencia intermedia, ya que refleja una línea de tendencia similar al proyecto STELAR, con un coeficiente de correlación de $R^2=0.871$, dando a entender como uno de los 4 proyectos de estudio más eficientes durante el proceso de eliminación, después de STELAR. En nuestro diagrama de dispersión en la **figura 110**, la tendencia es muy mínima similar al STELAR, presentando así poca variabilidad y como se muestra y lo que se puede deducir, con pocos inconvenientes durante el proceso de eliminación de material.

Tabla 131
Variabilidad de eficiencia por anillo Parque Alameda

Proyecto	Anillo	Metodología	Ratio Eficiencia
Parque Alameda	1	DR	0.4802
	2	RI	0.7800
	3	PS	0.5273
	4	PS	0.3355
	Prom Proyecto		0.5307
	Prom 4 Anillos		0.5307

Nota: Se ha realizado la colocación del peso del ratio de eficiencia por anillo del proyecto PARQUE ALAMEDA. Adaptado de la tabla de intervalos de los pesos de eficiencia realizado por los análisis del proyecto PARQUE ALAMEDA.

Figura 110. Tendencia de eficiencia por anillo Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 131 por investigación propia, 2017

4.3.3.4 Eficiencia Mejor y Peor Alternativa de eliminación de los Proyectos.

A través de esta gráfica se evidencia que metodologías fueron las más eficientes por anillo, se muestra que proyecto acertó con el uso de su método de eliminación. A continuación, la *figura 111* muestra las eficiencias por anillo y metodología. La *tabla 132* muestra los valores de eficiencias por anillo.

Tabla 132
Eficiencias De Los Proyectos en Estudio

Anillo	Metodos	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
1	RD	0.96	0.59	0.55	0.48
2	RI	0.92	0.54	0.51	0.78
3	PS	0.65	0.44	0.55	0.53
4	FJ / PS	0.54	0.34	0.48	0.34
5	FJ	0.41	0.43		
6	FJ		0.35		
7	FJ		0.23		

Nota: Se ha realizado un desagregado de proyectos por anillo indicando el peso de eficiencia que se presenta en cada anillo. Adaptado del análisis por proyectos y por anillo.

Figura 111. Mejor y peor alternativa de metodologías. Adaptado de los datos registrados de la tabla 132 por investigación propia, 2017

La **tabla 132** de mejor y peor alternativa, refleja que la mejor decisión de eliminación fue por parte de Estelar, Plexus y Parque Alameda en cuanto al primer anillo y uso de la rampa, Altoverde tuvo dificultades en la planificación, procedimiento de trabajo de muros anclados y subcontratas, esto se evidencia en la eficiencia que cae en el 1er anillo. En el segundo anillo la mejor alternativa de eliminación la tuvo Parque alameda, pese a que uso la rampa al igual que todos los proyectos y el proyecto que manejó menos eficientemente la metodología fue Plexus, principalmente por la profundidad que tenía el anillo “3.50” y por factores externos, en el tercer anillo la mejor decisión por metodología la tomó Stelar con una eficiencia de “0.65”, pese a que Plexus también usó el método de Pasamanos con Banquetas obtuvo 0.44 y Altoverde con la metodología de Pasamanos no obtuvo una buena

eficiencia, evidenciándose un ratio de eficiencia de “0.55”. En el Cuarto Anillo, la mejor alternativa la tuvo Altoverde, usando el método de pasamanos mediante banquetas con una eficiencia de 0.55 y la peor eficiencia la obtuvo Parque Alameda con 0.34, pese a que también usó el método de pasamanos. En el Quinto Anillo la mejor eficiencia la obtuvo Plexus “0.43”, solo se pudo analizar comparándolo con Stelar, ya que, ambos presentan los mismos anillos y mismas metodologías “Faja Transportadora “

4.3.3.5 Elección de Mejor decisión de excavación.

Para poder elegir cual fue la mejor alternativa de eliminación y toma de decisiones en excavación por anillo, se hace una comparativa de los 4 primeros anillos de Stelar, Plexus, Altoverde y Parque Alameda en su variabilidad de eficiencias por anillo, A continuación, se presenta la **tabla 133** como dato de entrada.

Tabla 133
Eficiencias de Los Proyectos de sus 4 primeros anillos

Anillo	Metodos	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
1	RD	0.96	0.59	0.55	0.48
2	RI	0.92	0.54	0.51	0.78
3	PS	0.65	0.44	0.55	0.53
4	FJ / PS	0.54	0.34	0.48	0.34
Eficiencia Prom		0.77	0.48	0.52	0.53

Nota: Se ha realizado un desagregado de cada Proyecto por anillo indicando el peso de eficiencia de 4 anillos por similitud en cantidad. Adaptado de las tablas previas en los análisis y uso de la ecuación de eficiencia.

Figura 112. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos STELAR. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.

Figura 113. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos PLEXUS. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017

Figura 114. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos ALTOVERDE. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.

Figura 115. Tendencia y variabilidad de la eficiencia 4 anillos Parque Alameda. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017.

Figura 116. Comparativo de eficiencia en base a 4 anillos por metodología. Adaptado de los datos registrados de la tabla 133 por investigación propia, 2017

Esta última gráfica, **figura 116**, relaciona la eliminación por anillo de cada proyecto, la mejor toma de decisión y alternativa de eliminación la tomó Stelar, teniendo como eficiencia promedio 0.7675 en todo el proyecto. Uso para el primer anillo usó la rampa eliminación directa con una profundidad 2.50 m, para el segundo anillo 2.59 m usó rampa de manera indirecta, hasta los 8.50 m usó el método Pasamanos con Banquetas y posterior a ello hasta los 16.50 m usó faja transportadora teniendo esta faja una pendiente de 25° y llegando a tener 2 tramos (**Anexo 9**). La mejor alternativa de eliminación en el 3er anillo la hizo Stelar, superando con la metodología de Pasamanos Con Banquetas con una eficiencia de 0.65 a la metodología de pasamanos de AltoVerde y Parque Alameda, además de superar el método de Pasamanos con Banquetas usado en Plexus y en cuanto al 4to anillo, la eliminación con faja de Stelar se mantuvo con la misma eficiencia que plexus, quién también usó faja transportadora para este anillo, además superó a la metodología de pasamanos del proyecto parque alameda con su eficiencia de 0.54, sin embargo, Altoverde lo superó porque Altoverde poseía una menor profundidad de excavación para el 4to anillo y menos área. La mala decisión de eliminación la tomó el proyecto Plexus, esto se ve reflejado en su eficiencia, la cual es la más baja de todos los proyectos 0.34, según la información recaudada del proyecto plexus, se debió de usar pasamanos hasta el 5to anillo, la faja no fue eficiente y no por el tema de procedimiento de trabajo, sino por temas de la subcontrata, quién tenía problemas administrativos con la constructora y problemas técnicos para la instalación de la faja, mantenimiento, entre otras cosas. Es así que se llega a la conclusión que la mejor alternativa de eliminación con áreas de 700 – 1200 m², para

la construcción de 4 anillos, es mejor usar el método de rampa hasta los 5.00 m o 6.00 m como máximo para evitar volteo o sobreesfuerzo de volquetes, luego proceder hasta los 9.00 m, 10.00 m o 12.00 m dependiendo del brazo de las excavadoras tipo orugas de preferencia el método de Pasamanos con Banquetas. Posterior a ello, alturas mayores de 9.00 m tendría buena eficiencia el uso de faja transportadora hasta una profundidad de 17.00 m, es necesario considerar la maquinaria en óptimas condiciones para lograr las eficiencias analizadas. Además, la eliminación del material restante que no puede eliminar con la faja y por temas de espacio y alturas con excavadoras, se hacen con baldes basculantes que sería óptimo a partir de los 14 m a más.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con el estudio, la recolección de data y el análisis de los factores para los cálculos del ratio de eficiencia en base a cada anillo presente en los proyectos, y así como los casos de estudio, se ha obtenido resultados que ayudaron a sustentar de una manera más clara nuestra hipótesis. Además de aclarar y verificar el objetivo principal de un ratio de eficiencia para un proceso determinado. Como conclusiones en base a lo desarrollado en la tesis se ha logrado concluir que:

- a. Se desarrolló un ratio de eficiencia que aportó en cada caso de estudio para un correcto uso y mejoramiento de excavaciones masivas a partir de los factores que influyen directamente en la producción de la excavación masiva para la construcción de sótanos en edificaciones, siendo estas las siguientes: Metodología, Frontis, Rendimiento Técnico y Profundidad.
- b. En base al uso de metodologías con respecto a los casos de estudio e investigación se ha verificado que uno de los sistemas de mayor rendimiento y eficiencia está presente en los primeros anillos con la metodología de conformación de rampas, esto se debe a una buena facilidad de movimiento de la maquinaria y el acarreo que es de manera directa. De manera indirecta en la conformación de rampas, que se basa en el acarreo y movimiento de material fuera de la obra, también es uno de los sistemas más eficientes, que va a depender demasiado no solo de la cantidad o el tipo de maquinaria a usar, sino además del terreno y sus dimensiones para un buen desarrollo.

Otro punto con respecto a las metodologías se tiene que el método como segundo mejor para una eficiente eliminación de material es el método de pasamanos mediante banquetas para los anillos intermedios. A pesar de ser una eliminación indirecta, ya que se desarrolla principalmente en límite de obra y se requiere de dos máquinas, de las que uno se dedica acopiar el material, mientras el segundo a eliminar.

Por ultimo e importante para proyectos con mayor cantidad de sotanos, el uso de la faja transportadora es un buen método de eliminación, así lo evidencia el proyecto Stelar, quién obtuvo rendimientos técnicos altos. Sin embargo, esto depende del área del terreno, en Stelar con 1086.60 m² no hubo problema, porque se eliminó por anillo

- todo el perímetro, no fue por partes, pese a que los muros anclados de este proyecto tenían una longitud de 5.00 m en promedio y una altura de 3.50 m desde el 3er anillo.
- c. Los principales factores que influyen en la excavación masiva para la construcción de sótanos en edificaciones de Lima metropolitana son: Metodología de excavación masiva, Frontis (Frente de trabajo), Rendimiento técnico y profundidad. Estos factores principales nos ayudaron a determinar los ratios de eficiencia para cada caso de estudio, lo que ayudo a determinar el proyecto más eficiente con respecto a la partida de movimiento de tierras.
 - d. Para finalizar se concluye con 4 importantes tablas adquiridas gracias al estudio y el análisis de los 4 casos de estudio en su etapa de excavación y eliminación masiva, además de la data de diversos proyectos de similares características, experiencia de 10 Ingenieros, 5 contratistas y otros stakeholders inmersos en la partida de movimiento de tierras.

Es importante registrar el conocimiento adquirido en diferentes proyectos tal como se hizo en esta investigación (**Ver Subcapítulo 4.2.1.**) a través del registro de datos de rendimientos con las diferentes alternativas de eliminación y los factores obtenidos. A continuación, se presenta la siguiente **tabla 134** de factores según los rendimientos de eliminación.

*Tabla 134.
Factores o Ratios según la metodología aplicada y anillo previsto.*

Anillo	Metodologías		Intervalo Rendimiento (m3/día)	Intervalo Factor Metodología (Adimensional)
1	Rampa / Directa	"RD"	[600 - 2000>	1.000
2	Rampa / Indirecta	"RI"	[560 - 600>	[0.933 - 1.000>
3	Pasamanos con Banqueta	"PS"	[520 - 560>	[0.866 - 0.933>
4	Pasamanos con Banqueta	"PS"	[480 - 520>	[0.800 - 0.866>
4	Faja Transportadora	"FJ"	[480 - 520>	[0.800 - 0.866>
5	Faja Transportadora	"FJ"	[470 - 480>	[0.783 - 0.800>
6	Faja Transportadora	"FJ"	[460 - 470>	[0.766 - 0.783>
7	Faja Transportadora	"FJ"	[450 - 460>	[0.750 - 0.766>

Nota: Se ha realizado la identificación de los factores de metodología en base a los rendimientos por anillo y por los sistemas de excavaciones masivas. Adaptado por análisis propia de la data recolectada.

Además, otros conocimientos adquiridos a través de los 4 casos de estudio y otros 26 proyectos tal como se hizo en esta investigación (**Ver Subcapítulo 4.2.2.**) a través

del registro de datos de rendimientos con las diferentes alternativas de eliminación y su relación con los frontis y/o frentes de trabajo de estos proyectos y con la experiencia de los profesionales se obtuvo la siguiente **tabla 135**.

Tabla 135.
Factores o Ratios según el Frontis del terreno (Considerar Solo 1 Frente)

Frontis (m)	Pesos
[30 - 100 >	1.000
[29 - 30 >	[0.9981 - 1.0000 >
[28 - 29 >	[0.9962 - 0.9981 >
[27 - 28 >	[0.9942 - 0.9961 >
[26 - 27 >	[0.9923 - 0.9942 >
[25 - 26 >	[0.9904 - 0.9923 >
[24 - 25 >	[0.9884 - 0.9904 >
[23 - 24 >	[0.9865 - 0.9884 >
[22 - 23 >	[0.9846 - 0.9865 >
[21 - 22 >	[0.9827 - 0.9846 >
[20 - 21 >	[0.9807 - 0.9827 >
[19 - 20 >	[0.9788 - 0.9807 >
[18 - 19 >	[0.9769 - 0.9788 >
[17 - 18 >	[0.9750 - 0.9769 >
[16 - 17 >	[0.9730 - 0.9750 >
[15 - 16 >	[0.9711 - 0.9730 >

Asimismo, a través de los 4 casos de estudio (**Ver Subcapítulo 4.2.2.**) a través del registro de datos de rendimientos con las diferentes alternativas de eliminación y su relación con los frontis y/o frentes de trabajo, alcance máximo de brazo y capacidades de excavadoras de los proyectos y con la experiencia de los profesionales se obtuvo la siguiente **tabla 136**.

Tabla 136.

Parámetros o características aportantes de las excavadoras según el Frontis del Proyecto (Considerar Solo 1 Frente)

Frontis (m)	Excavadora Ocupación (m)	Excavadora Ocupación Obra (m)	Capacidad (m3)
$\leq 19 - 20 \text{ m} \geq$	$<10.5 - 14 \geq$	$\ll 15.5 - 19,00 \gg$	1.02
30 m	$\ll 14 - 16 \gg$	$< 19,00 - 20.26 \geq$	2.02
			50.42%

Otro dato importante resultante de esta investigación, es que a través de los 4 casos de estudio (**Ver Subcapítulo 4.2.2.**) el análisis de las excavaciones y eliminaciones a través de los ratios de eficiencia usando la metodología de Conformación de Rampa, de manera Directa e Indirecta, Pasamanos y Faja transportadora hasta el quinto anillo de eliminación rendimientos con las diferentes alternativas de eliminación y su relación con los frontis y/o frentes de trabajo, alcance máximo de brazo y capacidades de excavadoras de los proyectos y con la experiencia de los profesionales se concluyó en que la excavadora JCB 330 tuvo mayor eficiencia, considerando que se desempeñó en un área de 1100 m2 ver **figura 117**, esta excavadora muestra sus características en la siguiente **tabla 137**.

Figura 117. Excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del “Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC” por JCB e imagen tomada del proyecto STELAR, 2019 y 2017 respectivamente

Tabla 137.
Características de la Excavadora JCB 330 (Considerar Solo 1 Frente)

Stelar- DR, RI, PS, FJ - Excavadora Tipo "Oruga"			
Descripción	Representación		Und
Modelo	JCB - JS330 LC		Ton
Peso Operativo	33.364 - 37.636		Ton
Capacidad Cuchara	Intervalo	0.85 - 2.20	m3
	Efectiva	1.93	m3
Alcance máximo de excavación("A")	Brazo " 3.23 m "	11.13	m
	Pluma " 6.45 m "		
	Cuchara " 1.40 m "		
Radio de giro de la parte trasera de la plataforma		3.57	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación - Extendido "		"A" 14.70	m
TOTAL " Alcance Máximo De Excavación Suelo - Extendido "		"B" 14.51	m
TOTAL " Profundidad máxima de excavación - Extendido "		"C" 7.39	m
TOTAL " Radio mínimo de Giro - Arriba - Volquete - Extendido "		"G" 8.08	m

Nota: Se ha realizado la toma de las características de la excavadora JCB-JS330LC. Adaptado del "Excavadora Hidráulica JS330/370 LC/NLC" por JCB.

- e. En cada caso de estudio se ha determinado los ratios de eficiencia teniendo como resultado en base a los factores estandarizados los siguientes resultados representados en la **tabla 138**.

Tabla 138.
Ratio de Eficiencia Mejores y peores Alternativas De Eliminación Del Proyecto .

Anillo	Metodos	Stelar	Plexus	AltoVerde	Parque Alameda
1	RD	0.96	0.59	0.55	0.48
2	RI	0.92	0.54	0.51	0.78
3	PS	0.65	0.44	0.55	0.53
4	FJ / PS	0.54	0.34	0.48	0.34
5	FJ	0.41	0.43		
6	FJ		0.35		
7	FJ		0.23		

Nota: Se ha realizado un desagregado de cada Proyecto por anillo y método de excavación profunda indicando el peso de eficiencia. Adaptado de los casos de estudio realizado en el capítulo 4.

Como se puede apreciar en la tabla anterior la mejor combinación de eliminación en promedio la obtuvo Stelar, trabajando los 2 primeros anillos con Rampa Directa y Rampa Indirecta (Volquete ubicado afuera); Método Pasamanos con Banquetas para el tercer anillo y para los dos últimos anillos se usó la faja transportadora, teniendo una eficiencia en los primeros 4 anillos de 0.7167 y también fue la mejor como proyecto con una eficiencia de 0.645.

La peor eficiencia en un análisis comparativo de los primeros 4 anillos la obtuvo AltoVerde, debido principalmente por problemas con la subcontratista de muros anclados y de eliminación de material. Problemas internos que causaron días improductivos, dos evidencias de estos fueron la salida del Ing. Residente y retiro del subcontratista encargado de la etapa de movimiento de tierras.

- f. Por un lado, en base a lo escrito en las conclusiones y siguiendo con el cumplimiento de los objetivos específicos presentados, se ha realizado la elaboración de un cuadro con propuestas de trabajo que aporta en el desarrollo las excavaciones profundas en cuanto a la eliminación masiva de material para la construcción de sótanos y lima metropolitana con suelo granular de acuerdo al tipo de proyecto.

Tabla 139.

Propuesta de trabajo para excavaciones masivas en la construcción de sótanos en Lima Metropolitana.

Proyectos		Clasificado		Característica		Frontis	Metodología
		Según Area	Según Profundidad	Plazo	Produccion		
Tipos	Pequeños	$X < 1200$	$X < 3$ Sotanos	Lo determina la estabilizacion del terreno	Se puede programar 2 paños por día.	Hasta 2 frontis, uno exclusivo para la eliminacion de material.	Se puede ejecutar con conformacion de rampa+Banquetas+pasamanos.
	Medianos	$1200 < X < 2500$	$3 \text{ Sotanos} < X < 5 \text{ Sotanos}$	Lo determina la estabilizacion y/o la excavacion	Se pueden programar 3 paños por día.	Hasta 3 frontis, uno exclusivo para la eliminacion de material.	Se puede ejecutar con conformacion de rampa+Banquetas+Pasamanos+faja transportadora y/o Izaje de balde basculante.
	Grandes	$2500 < X$	$6 \text{ Sotanos} < X$	Lo determina la excavacion	Se pueden programar hasta 6 paños por día.	4 a más frontis de acuerdo a la geometria del terreno, maximo dos frentes para la eliminacion de material (Entrada y salida de volquetes)	Se puede ejecutar con conformacion de rampa+pasamanos+faja transportadora.

Proyectos		Maquinaria	Volquetes	Botadero
Tipos	Pequeños	Se recomienda para los primeros anillos un equipo de 32 ton a más, como una JCB JS330LC o Doosan DX225LC5/DX235LC5/DX235NLC5. Para el metodo de banquetas y pasamanos se recomienda usar una segunda excavadora de ruedas (CAT M322C/M315D2, Volvo EW205D Y Doosan DX140W/DX160W/DX165W/DX170W/DX210) para que se tenga una mejor maniobra fuera de obra. (Ingreso y salida de obra)	Se puede realizar la eliminacion con volquetes de capacidad mayor a 18 m3.	Se recomienda tener varios puntos de botadero, para evitar algunos inconvenientes que afectarian con la produccion de la eliminacion.
	Medianos	Se recomienda para los primeros anillos dos equipo de 32 ton a más, como una JCB JS330LC o Doosan DX225LC5/DX235LC5/DX235NLC5. Ya que se tiene mayor espacio y el acarreo y acopio de material con faja transportadora sera interno.		
	Grandes	Se recomienda hasta 3 excavadoras de 32 ton a mas, como una JCB JS330LC o Doosan DX225LC5/DX235LC5/DX235NLC5, dos maquinarias para acopio y uno para la eliminacion hacia la faja transoirtadora.		

Nota: La propuesta realizada es en base a las investigaciones, conclusiones y recomendaciones que detallan la maquinaria a tomar en cuenta, botadero, frontis y metodología que se pueden usar de referencia para un óptimo trabajo de excavaciones masivas de acuerdo a los casos estudiados.

5.2 Recomendaciones

Lo que se recomienda en líneas generales para una eficiente producción de eliminación de material es analizar las variables en estudio como, el frontis o frente de trabajo y profundidades de excavación haciendo un seguimiento durante todo el proceso de excavación para poder “castigar” o amplificar los valores analizados, se debería obtener mayores cantidades de rendimientos técnicos para tener así una muestra más ajustada a la realidad. La forma geométrica del terreno es importante para la ubicación de fajas transportadoras, rampas, maquinarias y procedimiento de trabajo, considerar esta variable es importante para un mejor análisis en investigaciones posteriores.

Otra recomendación ya sea cliente o subcontratista, para realizar una buena actividad de excavaciones masivas se debe tener un control previo, es decir toda la gestión previa antes del inicio del trabajo. Si se inicia con la conformación de rampas, pasamanos y conformación de banquetas se debe tener el control del mantenimiento de las maquinas (Volquetes y excavadoras). Si se realiza con faja transportadora, que el funcionamiento de esta sea óptimo, ya que en muchos casos en obra se tiene al operador de la faja y ayudante, más no el técnico de esta. Lo que provoca demoras y que lo planificado no se cumpla en el proyecto, deteniendo el flujo de producción.

Como experiencia propia, la eliminación con faja debe tener al mecánico en obra para cualquier contratiempo, ya que el arreglo de esta puede variar entre 1 a 5 horas, en algunos casos se detiene la actividad y esto perjudicaría con lo planificado en el cronograma. Además, tener un buen sistema de seguridad a terceros cuando se realice esta metodología, ya que presenta un riesgo a nivel de proyecto y presupuesto la proyección de partículas a los peatones.

Por otro lado, según el análisis realizado a los 4 proyectos Stelar, Plexus, Altoverde y Parque Alameda en cuanto a sus metodologías de eliminación, se recomienda que para el uso del método de conformación de rampas se recomienda eliminar a profundidades desde los $< 0.00 \text{ m} - 7.00 \text{ m} >$, para el uso de la metodología de pasamanos se recomienda eliminar a profundidades de $< 5.00 \text{ m} - 9.00 \text{ m} >$ (Dependiendo del brazo de Excavadora), para el uso de la metodología de pasamanos con banquetas se recomienda eliminar a profundidades de $< 11.00 \text{ m} - 15.75 \text{ m} >$ (Dependiendo del área de trabajo), para el uso de metodología de Faja Transportadora se recomienda eliminar a profundidades de $< 12.00 \text{ m} - 16.50 \text{ m} >$.

Además, para corroborar la información analizada, es necesario mencionar que la empresa OPROMINS S.A.C. ENERGÍA MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN con la vasta experiencia de más 30 edificios llegando hasta los 7 sótanos recomendó usar la rampa para eliminar material con 1 máquina excavadora tipo oruga hasta los 6.00 m, usar el método Pasamanos con Banquetas o pasamanos con 2 máquinas o más para eliminar a profundidades de $< 6.00 \text{ m} - 12.00 \text{ m} >$ y usar el método de Grúa con baldes basculantes o faja transportadora dentro de los $< 12.00 \text{ m} - 18.00 \text{ m} >$. Además, hizo hincapié que el rendimiento se ve influenciado en su mayoría por la geometría de los terrenos, sótanos y anillos proyectados, algunas construcciones que están afuera del proyecto como cables, postes, entre otros.

Para otras investigaciones se recomienda analizar con otros factores que se pudo ver y apreciar en este análisis que son relevantes e importantes, como es el caso del factor del tiempo, que se puede tomar en cuenta la frecuencia de los volquetes o el intervalo de tiempo de obra-botadero-obra. También, el rendimiento de producción de acuerdo a los horarios permitidos por municipalidad, ya que en algunos casos el permiso de uso de vías y ruido de maquinarias pesadas, va a depender de la ubicación de la obra. Y por último considerar el tipo de maquinaria a usar de acuerdo al rendimiento y no como se ha evaluado en esta tesis, que se basó más en la dimensión para una buena elección de frontis y no el rendimiento de producción al eliminar.

Tabla 140
Profundidades analizadas por anillo-STELAR

Descripción	Profundidad (m)			Metodología	Anillo	Tipo De Suelo
	Profundidades Promedio (m)	Analizado				
		Relativo	Acumulado			
Stelar	< 0.00 - 7.50 I	2.50	2.50	DR	1	Arena Arcillosa, húmeda de compacidad media, color marrón
		2.59	5.09	RI	2	Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, color gris.
	< 7.50 - 16.50 I	3.39	8.49	PS	3	Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, color marrón.
		3.51	11.99	FJ	4	Grava mal graduada húmeda de compacidad media, color gris.
		4.56	16.56	FJ	5	Grava mal graduada, húmeda de compacidad media, color negro.

Tabla 141
Profundidades analizadas por anillo-PLEXUS

Descripción	Profundidad (m)		Metodología	Anillo	Tipo De Suelo	
	Profundidades Promedio (m)	Analizado				
		Relativo				Acumulado
Plexus	< 0.00 - 10.50 I	2.50	2.50	DR	1	Arcilla limosa, arenosa
		3.50	6.00	RI	2	Grava Arenosa, mal graduada
		3.50	9.50	PS	3	Grava Arenosa, mal graduada
	< 10.50 - 24.00 I	3.50	13.00	FJ	4	Grava Arenosa, mal graduada
		3.50	16.50	FJ	5	Grava Arenosa, mal graduada
		3.50	20.00	FJ	6	Grava Arenosa, mal graduada
		4.20	24.20	FJ	7	Grava Arenosa, mal graduada

Tabla 142
Profundidades analizadas por anillo-ALTOVERDE

Descripción	Profundidad (m)			Metodología	Anillo	Tipo De Suelo
	Profundidades Promedio (m)	Analizado				
		Relativo	Acumulado			
AltoVerde	< 0.00 - 6.00]	3.35	3.35	DR	1	Grava Medianamente Densa
		3.35	6.70	RI	2	Grava Medianamente Densa
	< 6.00 - 13.00]	3.35	10.05	PS	3	Grava Densa
		2.95	13.00	PS	4	Grava Muy Densa

Tabla 143
Profundidades analizadas por anillo-PARQUE ALAMEDA

Descripción	Profundidad (m)			Metodología	Anillo	Tipo De Suelo
	Profundidades Promedio (m)	Analizado				
		Relativo	Acumulado			
Parque Alameda	< 0.00 – 6.00 I	3.70	3.70	DR	1	Grava Mal Graduada
		3.70	7.40	RI	2	Grava Mal Graduada
	< 6.00 – 14.00 I	3.70	11.10	PS	3	Grava Mal Graduada, de origen fluvio aluvional, en estado denso a semidenso
	< 14.00 – 16.00 I	4.65	15.75	PS	4	Grava Mal Graduada, de origen fluvio aluvional, en estado denso a semidenso

Nota: Se ha realizado el desagregado por profundidad, metodologías, anillo y tipo de suelo de cada proyecto, indicando los intervalos de acuerdo a la profundidad promedio de cada anillo. Adaptado de los registros de datos de los casos de estudio.

6 REFERENCIA

- a. R. Cucho Lago. (2014). Control Estadístico del Proceso de Excavaciones Profundas con Faja Inclinada. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36188636/Paper_GyM_04_2012_Edificacaciones_1.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DPaper_Gy_M_04_2012_Edificacaciones_Produ.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190925%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190925T042302Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=f54191f7ead5db31e2c1bf72a2658394e47d893e5f5e0d38b6be5e692ad5c7fc [Consultado:16 de abril de 2017]
- b. Videla, V. (2017). Manual Control de Riesgos en Excavaciones. Santiago, Santiago, Chile. Recuperado de: http://www.achs.cl/portalqa/Comunidad/Documents/2_Manual_de_seguridad_en_excavaciones.pdf [Consultado: 16 de abril de 2017]
- c. A. Gañavate Grimal. (2014). Metodología para la identificación de Ratios en excavaciones Profundas al Abrigo de Muros Pantalla mediante Métodos Espectrales Estocásticos. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia (Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil). Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39311/CA%D1AVATE%20-%20Metodolog%EDa%20para%20la%20identificaci%F3n%20de%20par%El%20en%20excavaciones%20profundas%20al%20abrigo%20d....pdf?sequence=1> [Consultado: 16 de abril de 2017]
- d. L.R. Moscozo Barrios (2011) Metodología para la ejecución y control de excavaciones en sótanos para edificios. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3277_C.pdf [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- e. ATie GESPROYECT. (2007). La prevención de riesgos laborales en la construcción. Obtenido de Atie GESPROYECT: https://www.atie-gespro.es/app/download/5779525468/Cap.+07_EXCAVACIONES.pdf [Consultado: 17 de abril de 2017]

- f. J.A.B. Parian Rivera (2017). Análisis de Alternativas de eliminación de material en la ejecución de una edificación de once sótanos en la ciudad de Lima. (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú)
- g. J.E. Alva Hurtado (2015). Soluciones Geotécnicas en Estabilidad de Taludes [Presentación para el curso de Geotecnia sección de post grado] Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de:
<https://es.slideshare.net/loghan4390/soluciones-geotcnicas-en-estabilidad-de-taludes> [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- h. Ministerio de Transportes y Comunicaciones(MTC). (2014). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Recuperado de:
https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/19637/1_0_3580.pdf [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- i. R. S. Escalante (2007). Características Físicas de los Suelos. Cátedra Ingeniería de Dragado - Escuela de Graduados de Ingeniería Portuaria. Argentina. Recuperado de:
http://www.graduadosportuaria.com.ar/IngDragado/DRA_Tema%200_Presentacion.pdf [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- j. G. A. Cabellos Gavidia (2012). Análisis Comparativo de la Estabilización de Taludes Mediante el Uso de Muros Anclados y Calzaduras en la Construcción de Edificaciones. (Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima, Perú)
- k. A. Blanco (2010). Sistema de Estabilización del terreno para caso de excavaciones de edificios con sótanos. Caso especial muros anclados. [Ponencia presentada a solicitud de la Asociación de Productores de Cemento]. Lima: Colegios de Ingenieros Perú. Recuperado de:
https://www.academia.edu/9261858/SISTEMAS_DE_ESTABILIZACION_DEL_TERRENO_PARA_EL_CASO_DE_EXCAVACIONES_DE_EDIFICIOS_CON_SOTANOS_CASO_ESPECIAL_DE_MUROS_ANCLADOS [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- l. MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM) (2012) Sistema nacional de información ambiental. Mapa de suelos en los distritos de Lima. Lima.

- (Recuperado de: <http://sinia.minam.gob.pe/mapas/mapa-suelos-distritos-lima>
[Consulta: 18 de abril de 2017]
- m. TERRATEST. (2013). “Aspectos constructivos, consideraciones de diseño y monitoreo de muros anclados en excavaciones profundas. Caso práctico: Edificio Cipreses Lima.” Lima. Recuperado de: https://www.terratest.cl/pdf/publicaciones/Muro_Anclado_Cipreses_Mariano_Saucedo.pdf [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- n. Morales Vallejo, Pedro. (2008). Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales. Madrid: Universidad Pontificia Comillas. Recuperado de: <https://menkave-fd747.firebaseio.com/32/Estadistica-Aplicada-A-Las-Ciencias-Sociales.pdf> [Consultado: 17 de Abril de 2017]
- o. EDIFICA. (2017). VIVE POP STELAR-Poppositive living/Brochure. Recuperado de: <https://www.netinversiones.com.pe/wp-content/uploads/2018/10/BROCHURE-STELAR.pdf> [Consultado: 18 de Mayo de 2017]
- p. BVT Arquitecto. (2014). Proyecto PLEXUS-Centro Empresarial. [Sitio Oficial de Facebook]. Recuperado de: https://www.facebook.com/pg/bvt.arquitecto/photos/?tab=album&album_id=690082897744340 [Consultado: 18 de Mayo de 2017]
- q. Grupo Creativa Inmobiliaria. (2016). Proyecto ALTO VERDE/ Grupo Creativa Inmobiliaria. Recuperado de: <https://www.grupocreativa.pe/gracias-altoverde/> [Consultado: 18 de Mayo de 2017]
- r. Lugano Proyectos y Construcción. (2017). Edificio Parque Alameda-Jesus Maria. [Página Oficial en sitio web]. Recuperado de: <https://www.luganosac.com/index.php/page/proyecto/3> [Consultado: 20 de Mayo de 2018]
- s. Santa María, Rodolfo. (2019). Desarrollo del mercado inmobiliario en el Perú enfoque en la norma A.020. [Presentación para FORO-Vivienda sostenible] Lima: SENCICO. Recuperado de: <http://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=5792> [Consultado: 20 de Septiembre del 2019]
- t. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). (2018). Anuario Estadístico Sectorial 2018. Oficina de Estadística. Recuperado de: <http://www2.trabajo.gob.pe/estadisticas/anuarios-estadisticos/> [Consultado: 20 de Septiembre del 2019]

- u. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). Perú: Perfil Sociodemográfico-Informe Nacional. Recuperado de:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf [Consultado: 20 de Septiembre del 2019]
- v. DOOSAN. (2019). Excavadoras de orugas/DX225LC-5/DX235-LC-5/DX235NLC-5. Recuperado de: <https://www.doosanequipment.eu/es/products/crawler-excavators> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- w. CAT. (2014). Excavadora de ruedas M315D2. Recuperado de:
<http://www.unimaq.com.pe/equipos-nuevos/excavadoras-sobre-ruedas/m315d2?search=tipos&order=t&equipment=new> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- x. VOLVO. (2016). Volvo Construction Equipment EW205D/Excavadoras Volvo 19,8-21,8t 176 hp. Recuperado de: <https://www.volvoce.com/peru/es-pe/products/excavators/ew205d/> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- y. CAT. (2005). M322C Wheel Excavator. Recuperado de:
<http://maquqam.com/tecnicas/construccion-4768/caterpillar/322c-1.html> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- z. HYUNDAI Heavy Industries CO. LTD. (2008). Rolex Crawler Excavator 305LC-7. Recuperado de:
<http://www.egypco.net/pdf/hyundai/crawler%20excavator/R305LC7.pdf> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- aa. KOBELCO. (2006). SK350LC Acera Mark 8. Recuperado de:
<http://www.maquinariasmd.com.ve/formato/pdf/SK350.pdf> [Consultado: 25 de Marzo del 2019]
- bb. JCB. (2016). Excavadora Hidráulica/JS330/370 LC/NLC. Recuperado de:
https://www.jcb.com/es-pa/request-brochure?range=33a1dad2-0855-4d38-8aa5-dedd6dd31550&model=57962c0f-4e9b-40ef-8b02-ae3fc8ed85bc&tab=0&jcb_content=cta-product-link-1-compact [Consultado: 25 de Marzo del 2019]

7 ANEXOS

Anexo 1. Check List de pre uso de equipo (Excavadora-ARPE Contratistas Generales S.A.)

INSPECCION DE PRE USO DE EQUIPOS MOVIL		F.03 Rev. 01 Fecha: 05/09/16	
		FECHA: 15.3.19	HORA: 7.30	TURNO: dia	OBRA: 1621511
EQUIPO: Excavadora		KM/HR:		CLIENTE: GYM	
SOAT N°:		MODELO: S.L.C		BREVETE N°: 09231018	
N° PLACA: 330		MARCA: S.C.B		CLASE: A-11-A	
OPERADOR: Edyardo Iván Arce				SUPERVISOR: Diego Gaid	

INSTRUCCIONES DE LLENADO

CORRECTO ☒ NO APLICA ☒ N.A.

REPARAR CUANDO: Inmediato ☐ Antes de 10 horas ☐ Antes de 24 horas ☐ Antes de 1 semana ☐

GENERAL	ESTADO	VOLQUETES	ESTADO	MOTONIVELADORA	ESTADO
1 Sistema de dirección	☒	1 Sistema freno emergencia	☒	1 Sistema freno emergencia	☒
2 Sistema de frenos	☒	2 Compresora sistema de aire	☒	2 Sistema hidráulico	☒
3 Alarma de retroceso	☒	3 Pin T seguro de tolva	☒	3 Articulación de escarificador	☒
4 Cinturón de seguridad	☒	4 Pines pistón levante	☒	4 Balancín de dirección	☒
5 Sistema hidráulico	☒	5 Compuerta	☒		
6 Esp. Retrov. /laterales	☒	6 Nivel de Combustible en TQ.	☒	EXCAVADORA/RETROEXCAVADORA	
7 Llantas	☒	CISTERNA Y PLATAFORMA	☒	1 Rueda guía/sproket	☒
8 Espárragos y tuercas	☒	1 Sistema freno emergencia	☒	2 Botellas hidráulicas	☒
9 Circulina	☒	2 Compresora sist. de aire	☒	3 Mandos finales	☒
10 Conos de seguridad	☒	3 Descarga a tierra	☒	4 Orugas y rodillos	☒
11 Luces	☒	4 Válvulas	☒	5 Tornamesa	☒
12 Limpiaparabrisas	☒	5 Sistemas de torna mesa	☒	6 Pines de cucharón	☒
13 Aro y pestaña	☒	6 Acoples sistemas de frenos	☒	7 Zapatas	☒
14 Claxon	☒	7 Acoples sistema eléctrico	☒		
15 Panel de controles	☒	8 Escaleras y barandas	☒	TRACTOR SOBRE ORUGAS	
16 Asientos	☒	9 Gatos mec. Estacionam.	☒	1 Mandos finales	☒
17 Extintor	☒		☒	2 Botellas hidráulicas	☒
18 Botiquín	☒	GRUAS	☒	3 Rueda guía/sproket	☒
19 Vidrios de ventana	☒	1 Plumas o brazos	☒	4 Pines y bocinas	☒
20 Suspensión	☒	2 Estabilizadores	☒	5 Orugas y rodillos	☒
21 Guardabarros	☒	3 Gancho de levante	☒	6 Zapatas	☒
22 Calzas de seguridad	☒	4 Pestaña de seg. /gancho	☒		
23 Estribos/escaleras	☒	5 Válvula de seguridad	☒	CARGADOR FRONTAL	
24 Orden y limpieza	☒	6 Diagrama de carga	☒	1 Sistema freno emergencia	☒
25 Fugas de aceite	☒	7 Diagrama de señales	☒	2 Botellas hidráulicas	☒
26 Fugas de combustible	☒		☒	3 Cuchara y dientes	☒
27 Relojes indicadores	☒	RODILLO	☒	4 Pines y bocinas	☒
28 EPP/ chaleco reflectivo	☒	1 Rola	☒		

OBSERVACIONES:

FIRMA DEL OPERADOR
 FIRMA DE SUP. CAMPO
 V°B° DEL PDR/SSOMA

Área. Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

Anexo 2. Certificación de traslado y disposición final de residuos sólidos.

"Año de la Promoción de la Industria Responsable y el Compromiso Climático"
"Decenio de las personas con Discapacidad en el Perú 2007-2016"

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE
GERENCIA DE DESARROLLO ECONÓMICO
SUB GERENCIA DE FORMALIZACIÓN EMPRESARIAL**

**CONSTANCIA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECEPCIÓN Y
DISPOSICIÓN FINAL DE MATERIAL PROVENIENTE DE
EXCAVACIONES Y DESMONTE**

**LA SUB GERENCIA DE FORMALIZACIÓN EMPRESARIAL DE LA
MUNICIPALIDAD DE ATE HACE CONSTAR:**

Que, mediante Documento N° 19012 de fecha 17 de abril de 2015, la persona jurídica denominada ARENERA SAN MARTIN DE PORRAS S.A. representada por su Gerente General Jorge Enrique Carlos Oyague Jackson, dedicada a *"actividades de Explotación y Comercialización de Mineral No Metálico y Recepción y Disposición Final de Material Proveniente de Excavaciones y Desmonte"* considerando que las empresas con las que desarrollan operaciones contractuales, les requieren la autorización de la autoridad municipal, solicita la expedición de una autorización que les permita acreditar que la corporación edil no tiene objeción sobre su autenticidad y legalidad.

Que, a fin de sustentar su petición, la empresa ARENERA SAN MARTIN DE PORRAS S.A. presenta los siguientes documentos:

1. Ordenanza Municipal N° 251-2011-MDA del 29 de noviembre de 2011.
2. Certificado de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones Multidisciplinaria N° 0110-2015 expedida por la Municipalidad Metropolitana de Lima.
3. Resolución Directoral N° 211-2000-EM/DGAA de fecha 16 de octubre de 2000, emitido por el Ministerio de Energía y Minas, donde se resuelve aprobar el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Explotación de mineral no metálico en la "UEZ Arenera San Martín de Porres" el cual comprende las zonas A, B y C conformadas por las siguientes concesiones mineras: Arenal N° 4, Fray Martín N° 2, Arenal N° 2, Carlos Alberto Arenal N° 5.
4. Resolución Jefatural N° 0395-2007-INACC/J de fecha 14 de febrero de 2007, emitido por el Instituto Nacional de Concesiones y Catastro Minero, que aprueba incluir los Títulos Mineros ECCO UNO y ECCO DOS, quedando constituida la Unidad Económica Administrativa UEA ARENERA SAN MARTIN DE PORRES ubicada en el distrito de Ate por los siguientes Títulos Mineros: CARLOS ALBERTO, EL ARENAL N° 3,

FRAY MARTIN N° 1, EL ARENAL N° 2, EL ARENAL N° 5, EL ARENAL N° 1, FRAY MARTIN N° 2, EL ARENAL N° 4, ECCO UNO y ECCO DOS.

Que, según el inciso 29.12 del artículo 29 de la Ordenanza N° 620-MML, las zonas mineras son las extensiones localizadas fuera del radio urbano, dedicadas a la extracción primaria de tierra. El PLAM de Lima, fija la temporalidad de ese uso y su incorporación al continuo urbano.

Que, mediante Ley N° 27015, Ley Especial que Regula el Otorgamiento de Concesiones Mineras en Áreas Urbanas y de Expansión Urbana, modificada por la Ley N° 27560, de fecha 24/11/2001, establece en su Cuarta Disposición Final que: "Todos aquellos derechos mineros otorgados con anterioridad a la dación de la Ley N° 27015 y que se encuentran ubicados en áreas urbanas y de expansión urbana, no están sujetos al pronunciamiento de la Municipalidad Provincial para los efectos de lo dispuesto en el artículo 3° de la presente Ley, pero sí a las normas referidas a Medio Ambiente y Seguridad e Higiene Minera señaladas en el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades Minero Metalúrgicas, aprobado por Decreto Supremo N° 016-93-EM, y en el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería (...)".

Que, en el presente caso se advierte que la persona jurídica denominada ARENERA SAN MARTIN DE PORRAS S.A. para el inicio de sus actividades no requiere de la autorización de parte de la Municipalidad Distrital, sino el cumplimiento de los requisitos establecidos en el artículo 5° de la Ley N° 27015, siendo la autoridad competente para su aprobación el Ministerio de Energía y Minas.

Que, según el artículo 107 de la Ley del Procedimiento Administrativo General – Ley 27444, cualquier administrado con capacidad jurídica tiene derecho a presentarse personalmente o hacerse representar ante la autoridad administrativa, para solicitar por escrito la satisfacción de su interés legítimo, obtener la declaración, el reconocimiento u otorgamiento de un derecho, la constancia de un hecho, ejercer una facultad o formular legítima oposición.

Que, estando a lo expuesto, en atención a lo peticionado por la persona jurídica denominada ARENERA SAN MARTIN DE PORRAS S.A. representada por su Gerente General Jorge Enrique Carlos Oyague Jackson, y al amparo de las facultades señaladas en el artículo 125 de la Ordenanza N° 273-MDA, la Sub Gerencia de Formalización Empresarial deja constancia que para el desarrollo de la actividad de "actividades de Explotación y Comercialización de Mineral No Metálico y Recepción y Disposición Final de Material Proveniente de Excavaciones y Desmonte" la empresa citada cuenta con la documentación correspondientes expedida por el Ministerio de Energía y Minas, por lo que se colige que se encuentra autorizada para sus actividades.

Se expide la presente Constancia de Autorización para los fines que la empresa Arenera San Martin de Porres S.A. estime conveniente.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ATE

Ux. Adm. MARIO ORTIZ LOZANO
Sub Gerencia de Formalización
Empresarial

Ate, 20 de abril de 2015

**CONVENIO DE COOPERACION INTERINSTITUCIONAL ENTRE
LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MIGUEL Y ASOCIACION CIVIL
"ADEIC"**

Conste por el presente documento, el convenio de cooperación interinstitucional, que celebran de una parte, la Municipalidad Distrital de San Miguel, con Registro Único de Contribuyente N° 20131372184, con domicilio en el jirón Federico Gallese Taricchi N°370, distrito de San Miguel, representado por su Alcalde (e), señor Juan Carlos Takahesu Uechi, identificado con Documento Nacional de Identidad N° 25710275, según Resolución de Alcaldía N° 791-2016/MDSM, a quien en adelante se le denominará LA MUNICIPALIDAD; y de la otra parte, la Asociación de Desarrollo Estudios e Investigación Civil - ADEIC-, con domicilio fiscal sito en Av. Rafael Escardo N° 380 - Piso 2, Distrito de San Miguel, provincia de Lima y con Registro Único de Contribuyente N° 20536656911 inscrita en la Partida Electrónica N° 12559888 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima - SUNARP, representado por su Presidente DISTRIBUTION AND COMMERCE SAC, inscrita en la Partida Electrónica N° 00875260 del Registro de Personas Jurídicas de la Oficina Registral de Lima, representada por César Augusto Eyzaguirre Avilés, identificado con documento nacional de identidad N° 09642558 a quien en adelante se denominará LA ASOCIACIÓN; en los términos y condiciones siguientes:

CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES

Con Informe Técnico N° 635-2015-MML-SGDC-GRD, el Área de Gestión de Riesgos de Desastre de la Municipalidad Metropolitana de Lima, señala como características generales de la zona, donde se realizará la ejecución del objeto del presente convenio, que cuenta con un talud cuya pendiente es de media a alta, y con un tipo de suelo colapsable en grandes proporciones, teniendo los acantilados una fuerte pendiente casi vertical en algunos sectores, con un tipo de suelo inestable en la cara del talud, con filtración por acción de riesgos en la parte alta del acantilado, así como la existencia de grietas, amenazados por derrumbes. Concluyendo que presenta un nivel de riesgo muy alto o peligro inminente por suelos inestables.

Con Informe N° 003-2016-SGDC/MDSM/BI-DC-GO-AO, de fecha 08 de julio del presente año, la Sub Gerencia de Defensa Civil de la Municipalidad de San Miguel señala sobre parte del área objeto del presente convenio, que, al tener la condición de alto riesgo ante el peligro inminente de derrumbe, recomienda -entre otros aspectos- aumentar la profundidad de la cimentación, y la estabilidad de los taludes de los acantilados.

El Concejo de la Municipalidad Distrital de San Miguel, mediante Acuerdo de Concejo N° 108-2016-MDSM de fecha 31 de octubre de 2016 aprobó la celebración del Convenio de Cooperación Interinstitucional con LA ASOCIACIÓN, autorizando al alcalde a suscribir el mismo.

CLÁUSULA SEGUNDA: DE LAS PARTES

LA MUNICIPALIDAD es un órgano de gobierno local con personería jurídica de derecho público, con autonomía política, económica y administrativa de los asuntos de su competencia, conforme a la Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.

LA ASOCIACIÓN, es una institución sin fines de lucro debidamente constituido en el año 2010, y que declara especialidad y conocimiento en el objeto y los compromisos asumidos del presente convenio.

CLÁUSULA TERCERA: BASE LEGAL

- La Constitución Política del Perú.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades.
- Ley N° 26306, Ley que reconoce la propiedad de los terrenos conformantes del corredor ribereño denominado Costa Verde, a los municipios distritales de Chorrillos, Barranco, Miraflores, San Isidro, Magdalena del Mar y San Miguel, dentro de los límites de sus respectivas jurisdicciones.
- Ley 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.
- Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Código Civil, de aplicación supletoria.

CLÁUSULA CUARTA: DEL OBJETO

En concordancia con los antecedentes, las partes establecen como objeto del presente convenio que celebra LA MUNICIPALIDAD y LA ASOCIACION, la realización de actividades que permitan la ambientalización de la actual zona de relleno del acantilado del Distrito de San Miguel, además de la obtención y/o recuperación de espacios públicos y su uso como espacio social, cultural y recreativo; debiendo, para ello, realizar la compactación y cimentación del talud y terraplén para convertirla en un espacio ambientalmente sostenible, disminuyendo el alto riesgo geodinámico o peligro inminente que hoy significa esta zona.

CLÁUSULA QUINTA: DE LOS COMPROMISOS

LA MUNICIPALIDAD asume los siguientes compromisos:

1. LA MUNICIPALIDAD se compromete a dar las facilidades, dentro de su competencia, a LA ASOCIACION para la realización de las acciones que sean necesarias para el cumplimiento del objeto del presente convenio.
2. LA MUNICIPALIDAD se compromete a acreditar a LA ASOCIACION ante las diferentes instancias y autoridades a fin que pueda efectuar las acciones y conseguir los permisos o autorizaciones que sean necesarias para la ejecución del objeto del presente convenio.

LA ASOCIACION asume los compromisos siguientes:

1. LA ASOCIACION se compromete a realizar de manera obligatoria, previo a la ejecución del proyecto materia del presente convenio, estudios de línea base para la entrega de los estudios de impacto ambiental, estudios geológicos, geotécnicos, topografía y geofísicos, análisis del estado actual de compactación de los suelos, entre otros.

2. LA ASOCIACIÓN se compromete a proyectar el perfil técnico para las mecánicas de riego que eviten desestabilizar los taludes de los acantilados o generar probables asentamientos diferenciados.

3. Durante el plazo de vigencia del presente convenio LA ASOCIACION se compromete a eliminar la condición de alto riesgo geodinámico del acantilado ubicado en el distrito de San Miguel, para lo cual efectuará labores de mantenimiento compatible con el Plan Maestro de Desarrollo en forma directa, requiriendo para ello de la aprobación de la Autoridad del Proyecto Costa Verde, comprendiendo dichas labores las siguientes acciones:

a. Instalación de dos (02) paneles publicitarios que grafiquen el resultado de la intervención materia del presente convenio.

b. La compactación y cimentación del terreno y plataforma comprendida entre Jr. Virú y la Calle Diego de Agüero, con una extensión de 521,186.18m².

c. Para ello se recibirá material de excavación, movilización de tierras y/o componentes de demolición no orgánicos. Debiendo establecer un procedimiento que comprenda desde la recepción del material hasta el manifiesto de disposición final y autorización de salida.

d. LA ASOCIACIÓN se obliga a garantizar que la ruta utilizada por los camiones que transportarán los materiales de excavación, y/o componentes de demolición no orgánicos, será por la Costa Verde, quedando expresamente prohibido el tránsito de dichos vehículos de transporte pesado por la Avenida Costanera, Avenida La Paz y la avenida Libertad, incluidas sus intersecciones.

e. Aumentar la estabilidad de los taludes y terraplenes de los acantilados dando una pendiente aproximada de 45°.

f. Implementar el "Boulevard Costanero" entre el Jr. Virú y la Calle Diego de Agüero, conformado por áreas verdes, arborización, ciclovía, iluminación ornamental, cerco fijo movable, además de un espacio para una futura vía (con un ancho mínimo de 14m), una zona de parque (con un ancho máximo de 35m), y un anfiteatro; que permita certificarlo como una iniciativa MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) y carbono neutro, cuya elaboración estará a cargo de LA ASOCIACION, en los plazos establecidos en el Cronograma de Ejecución.

de

de

MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE SAN MIGUEL
PROVINCIA DE LIMA

de

g. Desarrollar un programa de monitoreo ambiental y vigilancia ambiental en cuanto a parámetros de aire (gases y material particulado) paisaje y ruido.

h. Realizar un informe de sostenibilidad.

i. Realizar la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que corresponda, y tramitar su aprobación por la autoridad competente. Ejecutando los monitoreos ambientales necesarios.

j. Contar con personal especializado para el cumplimiento del objeto y de los compromisos asumidos en el presente convenio. Entre los que habrá un especialista en geotecnia y/o geología que evalúe todo el proceso en forma integral, y emita un informe detallado conforme al Cronograma de Ejecución (Anexo 01), que es parte integrante del presente Convenio.

4. Para lo anteriormente indicado LA ASOCIACION con la finalidad de efectuar las labores asumidas, se compromete a conseguir los permisos que sean necesarios ante los diferentes organismos tales como: la Dirección General de Capitanías y Guardacostas (DICAPI), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), la Autoridad del Proyecto Costa Verde, la Municipalidad Metropolitana de Lima, y otras entidades públicas que correspondan.

5. Por otro lado, cualquier perjuicio que genere la compactación del suelo o la ejecución del presente convenio será de única responsabilidad de LA ASOCIACION.

6. LA ASOCIACION se compromete a cumplir con la normativa técnica y ambiental de manera estricta durante el desarrollo de las diferentes acciones materia del presente convenio.

7. LA ASOCIACION se compromete, durante la vigencia del convenio, a asumir el pago de los aportes de LA MUNICIPALIDAD ante la Autoridad del Proyecto de la Costa Verde.

8. LA ASOCIACIÓN se compromete a entregar en calidad de donación dos (02) cuatrimotos OUTBACK 425, a la suscripción del presente convenio.

9. LA ASOCIACION se compromete a entregar en calidad de donación un (01) camión cisterna de capacidad mínima de 5,000 galones y un (01) camión baranda de capacidad mínima de 30 metros cúbicos, marca DONG FENG, dentro del plazo de 45 días contados desde la suscripción del presente convenio.

10. LA ASOCIACION se compromete a presentar los documentos emitidos por las autoridades competentes tanto a nivel Metropolitano, Ministerial y demás competentes, tanto en las áreas de trabajo de los proyectos y las áreas adyacentes. Debiendo ser remitido a la Gerencia de Desarrollo Urbano.

11. LA ASOCIACION se compromete a cumplir el Cronograma de Ejecución que forma parte integrante del presente convenio (Anexo 01).

12. LA ASOCIACIÓN se compromete a presentar los informes de avance del desarrollo de los proyectos y actividades conforme el Cronograma de Ejecución, la Gerencia de Desarrollo Urbano queda como responsable de la supervisión de la ejecución del proyecto integral, así como del control de la entrega de los respectivos informes técnicos en los plazos correspondientes conforme a lo estipulado en el Cronograma de Ejecución.

13. LA ASOCIACIÓN se compromete a presentar un Informe Final al término del plazo del presente convenio.

CLÁUSULA SEXTA: ACLARACION

El presente convenio no implica que LA MUNICIPALIDAD realice la transferencia de su derecho de propiedad ni de posesión ni de usufructo ni de superficie ni de concesión a favor de LA ASOCIACIÓN, tampoco implica un contrato de arrendamiento, ni persigue fines lucrativos en beneficio de LA ASOCIACION.

CLÁUSULA SEPTIMA: DEL PLAZO

El plazo de duración del convenio es de 24 (veinticuatro) meses, contados a partir de la fecha de suscripción del presente convenio, pudiendo renovarse o modificarse mediante la suscripción de una adenda siempre y cuando las partes así lo acuerden. Se incorpora al presente Convenio el Cronograma de Ejecución que establece el detalle de los tiempos a ejecutar el mismo, así como los informes y entregables, cumplimiento de acciones y compromisos.

CLÁUSULA OCTAVA: DEL FINANCIAMIENTO

Los compromisos asumidos por LA ASOCIACION se realizarán de forma autogestionaria, no irrogando ni generando obligaciones económicas ni compromisos presupuestales para LA MUNICIPALIDAD

CLÁUSULA NOVENA: DE LA SUPERVISION Y COORDINACIÓN

La supervisión del cumplimiento de los compromisos contraídos por LA ASOCIACIÓN en el presente convenio, será efectuada por LA MUNICIPALIDAD a través de una Comisión Técnica que estará conformada por los funcionarios de la Gerencia de Desarrollo Urbano y de la Gerencia de Gestión Ambiental y Servicios a la Ciudad. LA MUNICIPALIDAD acredita como coordinador al Gerente de Desarrollo Urbano. LA ASOCIACION, acredita como coordinador a su Presidente.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MIGUEL
PROVINCIA DE LIMA

CLÁUSULA DECIMA: DE LA LIBRE ADHESION

Las partes declaran expresamente que el presente convenio es de libre adhesión y separación, en cumplimiento con lo establecido en el numeral 77.3 del artículo 77 de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

CLÁUSULA DECIMO PRIMERA: DE LA RESOLUCIÓN DEL CONVENIO

El convenio quedará resuelto cuando cualesquiera de las partes no ejecuten o incumplan alguno de los compromisos u obligaciones a su cargo, enumerados en la cláusula quinta. La resolución se producirá de pleno derecho cuando la parte interesada comunique a la otra que quiere valerse de la cláusula resolutoria, en concordancia con lo señalado por el artículo 1430 del Código Civil. El presente convenio podrá resolverse también de mutuo acuerdo.

CLÁUSULA DECIMO SEGUNDA: DEL DOMICILIO

Las partes señalan como domicilio el que figura en la introducción del convenio, donde se enviarán las comunicaciones a que hubiera lugar. En caso de variación, se obligan a informar por escrito el nuevo domicilio.

CLÁUSULA DECIMO TERCERA: NORMAS COMPLEMENTARIAS

En todo lo no previsto, se aplicarán supletoriamente las disposiciones del Código Civil. En caso de controversia por la interpretación y aplicación del convenio, las partes resolverán directamente.

En señal de aceptación, las partes suscriben el presente convenio, en dos ejemplares de idéntico tenor y valor, en la ciudad de Lima, 02 NOV. 2016

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MIGUEL
PROVINCIA DE LIMA

JUAN CARLOS TAKAHESU UECHI
REGIDOR

Encargado del Despacho de Alcaldía

LA MUNICIPALIDAD

LA ASOCIACION

Anexo 3. Cronograma y registro de mantenimiento de excavadora.

CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE MAQUINARIA - 2018

		ULTIMO MANTENIMIENTO		CONTROL		MANTENIMIENTO CADA 250 HORAS									
N	SERIE	TIPO	PROXIMOS MANTENIMIENTOS												
			HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	HOROMETRO	
1	DC12387	EXCAVADORA PCB JS200	4000	4000	4250	4500	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500	

LEYENDA

MANTENIMIENTO REALIZADO

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

CONTROL DE EMISION Y CAMBIOS			
Rev. N°	Fecha	Elaborado por:	Aprobado por:
01	17/01/2018	AREA DE SEGURIDAD SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE ARPE CG S.A.C	LOGISTICA - MANTENIMIENTOS ARPE CG S.A.C
Firma de la revisión vigente		<div>ERICK TUCCO PORTOCARRERO JEFE DE SSOMA</div> <div> Erick Tuccho Portocarrero JEFE DE SSOMA</div>	

DÍA	MES	AÑO
2	11	2018

EMPRESA ENCARGADA: Volquete Maquinarias SA RUC: 20434153957
DIRECCION: Av. Alameda Sur Mz. H1 Lt.22 Villa Marina FONO: 01-255-1335
Persona a Cargo: Andia Rodriguez Nemesio DNI: 9267406

MANTENIMIENTO	CLASE DE FALLA
Correctivo ☐	Mecánica ☐
Preventivo ☒	Eléctrica ☐
Predictivo ☐	Electrónica ☐
Otro ☐	Otra ☐

NOMBRE DEL EQUIPO: **EXCAVADORA** SERIE: **DC2125387** HOROMETRO: **4648**
MARCA: **JCB** MODELO: **J200**

REPUESTOS USADOS:

CANTIDAD	DESCRIPCION	CODIGO
1	FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	581/18096
1	FILTRO DE COMBUSTIBLE	332/G0652
2	FILTRO SEPARADOR DE COMBUSTIBLE	32/925869
1	FILTRO DE AIRE EXTERIOR	580/12020
1	FILTRO DE AIRE INTERIOR	580/12021
5	GI DE ACEITE DE MOTOR RIMULA 15W40	

OBSERVACIONES / RECOMENDACIONES:

Técnico(s) Responsable(s):

Recibí a Satisfacción:

Nombre(s): Nemesio Andia Rodriguez

Erika Malca C.

Firma(s):

Anexo 4. Formato de permisos de trabajos. (Altura-Mantero y Excavación-Operadores)

PERMISO PARA TRABAJO EN ALTURA	Código: 07 Rev:01 Fecha: 01/06/16
---	---------------------------------------	---

NOMBRE DEL AREA DEL TRABAJO EN ALTURA:	<u>MANTENIMIENTO DE VOLQUETES</u>

DESCRIPCION DEL TRABAJO:	HORA DE INICIO:
<u>SUBIR A LA TORRE DE LOS VOLQUETES PARA COBRIR EL MATERIAL EXCEDENTE</u>	<u>8:00</u>
	HORA DE FINALIZACION:
	<u>5:00</u>
NOTA: Personal Capacitado Para el Trabajo	

TRABAJO EFECTUADO POR:	FIRMA	TRABAJO EFECTUADO POR:	FIRMA
1.- <u>Sanguino Hernandez Richard</u>	<u>[Firma]</u>	11.-	
2.-		12.-	
3.-		13.-	
4.-		14.-	
5.-		15.-	
6.-		16.-	
7.-		17.-	
8.-		18.-	
9.-		19.-	
10.-		20.-	

CUMPLIMIENTO DE SST			
1.- Comunicar al líder del área	☒	5.- Uso de escaleras cumpliendo su proceso	☒
2.- Bloqueo y Señalización como "PELIGRO NO PASE"	☒	6.- Uso de andamios cumpliendo su proceso de uso de andamios	☐ N.A.
3.- Canastilla para herramientas materiales o equipo independiente	☐ N.A.	7.- Uso de equipo suspendido de acceso cumpliendo con su proceso de uso.	☐ N.A.
4.- Uso de arnes unido a línea de vida sujeta a sistemas fijo sobre la cabeza	☒	8.- Uso de montacargas cumpliendo su proceso de uso	☐ N.A.

EPPA TRABAJO EN ALTURA	SI	NO	NA	PROTECCION CONTRA CAIDAS	SI	NO	NA
A.- Protección Visual	☒			A.- Arnés certificado	☒		
B.- Protección Respiratoria Anti Polvo			☒	B.- Línea de vida (Cable acerado Ø 1/2", cabo de nylon Ø 5/8" temporal)		☒	
C.- Protección Auditiva:	☒			C.- Eslinga, y/o estrobo acerado			☒
D.- Botines Punta de Acero.	☒			E.- Barandas y/o malla			☒
E.- Uniforme: Polo, Pantalón, Camisa	☒			F.- Baliza			☒
F.- Guantes de Badana y/o Hilo	☒			G.- Otros (especifique)			
G.- Corta Viento.	☒						

JEFE DE GRUPO	SUPERVISOR / ENCARGADO	V° B° SUPERVISOR DE SSOMA
NOMBRES Y APELLIDOS	<u>Juan Diego Gvilo</u>	<u>Cynthia Carmona</u>
FECHA:	<u>13-03-2019</u>	<u>13-03-2019</u>
FIRMA:	<u>[Firma]</u>	<u>[Firma]</u>
PROYECTO:	OBRA: <u>HOTEL INVERNAR</u>	

Area. Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

PERMISO DE EXCAVACIONES	Codigo F.43	Rev. 1
		Fecha 01/06/2016	

EMPRESA CONTRATISTA: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">ARPE SAC</div>	Solicita Excavar en: (Area y Sitio específico) <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Area de Terreno</div>
CONTRATO N°: <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>	Nombre Supervisor Contratista: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">Juan Diego Gato S. Jarama</div>

Fecha solicitud: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">18-06-2019</div>	Período de Permiso: Desde: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">7:30</div> Hasta: <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">17:00 pm</div>
--	---

Propósito de la Excavación
 Apertura de paños, para acopio y eliminación.

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN Profundidad <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">3 a 3,5 mts</div> Ancho <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">7 a 8 mts</div> Largo <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-top: 5px;">6 a 8 mts</div>	Si las dimensiones deben cambiar durante la ejecución, el contratista debe avisar de inmediato al JEFE DE PRODUCCION DEL PROYECTO - CLIENTE <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> Las excavaciones de 6 mts. o más de profundidad deben ser diseñadas por un Ingeniero Civil Nombre y Firma Ingeniero Civil que la diseña - Cliente </div>
---	--

El Contratista deberá adjuntar a este permiso, un croquis con la ubicación esquemática de la excavación, y trazar la misma en el campo, para facilitar la identificación de interferencias.

INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS EXISTENTES
 Nota: Esta sección debe ser completada por el Jefe de producción-Cliente.
 (Coordinador/Supervisor del Proyecto). La verificación de que existan o no instalaciones subterráneas es su responsabilidad. Si es necesario, deberá contactar representantes de otras áreas de la constructora para confirmar la existencia de dichas instalaciones. No debe firmar este permiso hasta no estar totalmente seguro de haber identificado todas las interferencias existentes.

TIPO DE INSTALACION Líneas Eléctricas Cables de Comunicaciones Cables de Control Líneas de Aire Líneas de Gas Alcantarillados Otros	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>SI</th><th>No</th></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>	SI	No													TIPO DE INSTALACION Cañerías de : Agua Diesel Vapor Otros: _____ Otros: _____ Otros: _____	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><th>SI</th><th>No</th></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> <tr><td style="height: 20px;"></td><td style="height: 20px;"></td></tr> </table>	SI	No												
SI	No																														
SI	No																														

Si hay instalaciones existentes, indique claramente el sitio, su ubicación exacta, profundidad y tipo de instalación:

El cliente no proporciona los planos de interferencia

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> NOMBRE COORDINADOR/SUPERVISOR DEL PROYECTO QUE VERIFICA LAS INSTALACIONES SUBTERRÁNEAS EXISTENTES </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> FECHA EN QUE AUTORIZA LA EXCAVACION </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px; height: 40px;"> FIRMA DEL COORDINADOR DEL PROYECTO </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES ADICIONALES DEL COORDINADOR </div>
---	--

PROTECCIÓN PLANIFICADA CONTRA DERRUMBES			
<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No</div> <div style="margin-top: 10px;">Entibación ☐ ☒</div> <div style="margin-top: 10px;">Entibación deslizante ☐ ☒</div> <div style="margin-top: 10px;">Sobrecarga y escombros sobre los bordes a 1 mt. De distancia mínimo ☐ ☒</div>	<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No</div> <div style="margin-top: 10px;">Taludes (pendiente no mayor a 53°) ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Bancos o Gradadas ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Verifique si el suelo ha sido rellenado anteriormente ☒ ☐</div>		
BARRERAS Y SEÑALIZACIONES			
<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No</div> <div style="margin-top: 10px;">Barandas Rígidas ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Requiere Topes para equipos Móviles ☐ ☒</div>	<div style="margin-top: 10px;">(Para todo tipo de zanja y excavacion)</div> <div style="margin-top: 10px;">(¿Habrá Maquinaria trabajando en las proximidades de la Excavación?)</div>		
ACCESOS Y PASARELAS			
<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No</div> <div style="margin-top: 10px;">Escaleras cada 7,5 mts. ☐ ☒</div> <div style="margin-top: 10px;">Rampas ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Pasarelas ☒ ☐</div>			
En Croquis presentado junto al Procedimiento de trabajo, debe mostrar detalles de la Protección contra Derrumbes que se ha planificado			
A CONSIDERAR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA EXCAVACION			
<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No N/A</div> <div style="margin-top: 10px;">Disponibilidad de: Equipos ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Herramientas ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Materiales para entibación ☐ ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Señales ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Condiciones de suelo cambiantes en particular después de lluvias ☐ ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">¿Debe ser considerada un espacio confinado? ☐ ☒</div>	<div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: small;">SI No N/A</div> <div style="margin-top: 10px;">Barreras ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Señales ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Maquinaria ☒ ☐ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Equipos de Remoción de Agua ☐ ☒ ☐</div> <div style="margin-top: 10px;">Cambio en el patrón de operaciones de vehículos y equipos móviles ☐ ☒ ☐</div>		
(Si la respuesta es sí, debe obtener el Permiso de Espacio Confinado)			
FIRMAS DE APROBACIÓN Y FECHAS			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Supervisor Empresa Contratista (Nombre y Firma) <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Juan Diego Goro Sotopanca Fecha: 18/01/2019 </div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Jefe de Producción <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Fecha: </div> </div>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Comentarios: </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> Observaciones Comentarios <div style="text-align: right; margin-top: 10px;"> Fecha: </div> </div>		
No se podrá iniciar la Excavación hasta no tener todas las firmas correspondientes			

Anexo 5. Formato de Análisis de trabajo seguro.

Empresa: ARPE		Trabajo a realizar: ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		Ubicación: HOTEL IBEROPIÑA		Código: F. 01
Nombre del Capacitador o Responsable del Trabajo: DIEGO GARCIA		Fecha: 16-03-2014		Hora Inicio:		Revisión: 01
						Fecha: 02/05/17
						Página 1 de 2
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> Equipos de Protección Personal ☒ Casco ☒ Cinturón ☒ Botas ☒ Guantes ☒ Protección auditiva </div> <div> Herramientas/ Equipos eléctricos ☒ Equipo pesado ☒ Equipo eléctrico ☒ Cables ☒ Herramientas manuales ☒ Herramientas eléctricas </div> <div> Medidas de Control ☒ Señalización ☒ Barreras ☒ Señales de advertencia ☒ Señales de prohibición </div> </div>						
TAREAS DEL TRABAJO		RIESGOS	NIVEL RIESGO	MEDIDAS DE CONTROL		
1. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	CAÍDA DE PERSONAS Y VEHÍCULOS	ATROPELLAMIENTO Y CHOQUE	IMPORTANTE	DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO CON CORDONES Y BANDERAS DE ALTO RIESGO		
2. RECEPCIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA LA TOLVA DE LOS VEHÍCULOS	EXPLOSIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE FUERA DE LA TOLVA	EXPLOSIÓN A DISTANCIA Y FRACASO	IMPORTANTE	TRABAJAR CON BOMBAS		
3. RUIDO	RUIDO	EXPOSICIÓN AL RUIDO	MODERADO	TRABAJAR CON EQUIPO DE PROTECCIÓN AUDITIVA		
4. SOBRECARGA	CAÍDA DE MATERIAL EXCEDENTE	CAÍDA DE MATERIAL EXCEDENTE	IMPORTANTE	USAR CASCOS Y GUANTES		
5. RETORNO DE LA ZONA DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	CAÍDA DE PERSONAS Y VEHÍCULOS	ATROPELLAMIENTO Y CHOQUE	IMPORTANTE	DELIMITAR LA ZONA DE TRABAJO CON CORDONES Y BANDERAS DE ALTO RIESGO		
Observaciones: Se solicitó al electricista encargado la energía de obra en el caso que se requiera. Se solicitó al electricista encargado la energía de obra en el caso que se requiera. Se solicitó al electricista encargado la energía de obra en el caso que se requiera.						
Permisos Adicionales: ☐ Escavación Profunda ☐ Trabajos en Cliente ☐ Trabajo en Altura ☐ Trabajo Eléctrico ☐ Espacio Confinado ☐ Otros: _____ ☐ Ninguno		Capacitador: _____ Resp. Subcontratista: _____ Ing. Campo/Residente: _____ Vr. Area SSOMA: _____				
Nombre: _____ Nombre: _____		Nombre: _____ Nombre: _____				

Item	Apellidos y Nombres	Firma	¿Existen los siguientes peligros?	¿Existen los siguientes riesgos?
1			1. Herramientas y equipos sin la cinta de inspección (Color del Mes).	1. Golpes y cortes, amputaciones, corto circuito, electrocución.
2			2. Excavaciones, Zanjas expuestas.	2. Caídas de persona en el mismo nivel, caídas de material, aplastamiento, Inhalación de polvo, etc.
3			3. Material y equipo desordenado (cables en el piso, zona de trabajo con presencia de agua).	3. Caídas de personas de distintos niveles, caídas de personas al mismo nivel, Corto circuito, Electrocución.
4			4. Suelo con desniveles.	4. Caídas de personal al mismo nivel, Tropezones, Golpes.
5			5. Iluminación escasa.	5. Caídas de cargas suspendidas, caídas al mismo nivel.
6			6. Objetos sobresalientes, tránsito vehicular, peatones	6. Atropello y colisión de vehículos o equipos en movimientos
7			7. Material inflamable, superficies calientes, altas T°	7. Incendios y explosiones, quemaduras por contacto.
8			8. Aberturas entre pisos.	8. Caída de personas de distintos niveles, caídas de objetos.
9			9. Partes expuestas de maquinaria en movimiento	9. Choques entre partes expuestas.
10			10. Herramientas sin guardas	10. Proyección de partículas a los ojos.
11			11. Productos químicos: activo, concreto, aceites y grasas.	11. Sustancias que puedan causar daños por contacto a la piel
12			12. Thinners, gasolina, solventes, doro, sustancias químicas	12. Sustancias venenosas que causen daños al ser ingeridas.
13			13. Contacto directo o indirecto con puntos energizados	13. Energía peligrosa (eléctrica, neumática, radiación, etc).
14			14. Fierros corrugados expuestos (vertical)	14. Incrustamiento, cortes, caídas al mismo nivel, infección.
15			15. Madera con presencia de clavos	15. Incrustamiento, cortes, infección.

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD		ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO	
Lesión sin incapacidad: pequeños cortes o magulladuras, Irritación de los ojos por polvo.		Rara	El daño ocurrirá raras veces	Alto	
Molestias e Incomodidad: dolor de cabeza, disconfort		Medio	El daño ocurrirá en algunas ocasiones	Medio	
Lesión con incapacidad temporal: fracturas menores, Daño a la salud reversible: sordera, dermatitis, asma, trastornos muscular esqueléticos.		Alto	El daño ocurrirá siempre o casi siempre	Bajo	
Lesión con incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores.		Muy Alto		Muy Bajo	
Muerte. Daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.		Extremo		Extremo	

PROBABILIDAD		CONSECUENCIAS	
Rara	Alto	Medio	Medio
Medio	Medio	Medio	Medio
Alto	Medio	Medio	Medio
Extremo	Medio	Medio	Medio

Medidas de control	
1. Capacitación Específica	
2. Contar con Supervisión constante.	
3. Uso adecuado de EPP	
4. Uso de bancas para realizar trabajos.	
5. Toda extensión debe de ser aérea.	
6. Uso de plataforma para trabajos en altura (mín. 60)	
7. Colocar capuchones en los fierros.	
8. Orden y Limpieza	
9. Eliminación de clavo expuesto en el encofrado.	
10. Eliminar material o equipo excedente.	
11. Colocar líneas de vida	
12. Inspección de equipos y herramientas.	
13. Retirar todo elemento inflamable del lugar.	
14. Iluminación en zona de trabajo.	
15. Rotulación de envases y paquetes.	
16. Colocar la señalización de trabajos.	
17. Cercar la zona de trabajo.	
18. Colocar banderas de protección.	
19. Nivelación del suelo antes de armar andamios.

Análisis de Seguro Trabajo - (A.S.T)

Código: F. 01

Revisión: 01

Fecha: 02/05/17

Página 1 de 2

Empresa: APE	Trabajo a realizar: Visa de Excepción	Ubicación: Hotel Zorobabel
Nombre del Capataz o Responsable del Trabajo: Diego	Señor	Fecha: 15-03-19
		Hora inicio: 7:30

Equipos de Protección Personal		Herramientas/ Equipos eléctricos		Equipos de Protección Colectivos	
☒ Casco	☒ Respirador anti-porno	☒ Equipo pasado	☒ Andamios	☒ Barandas	☒ Señal naranja
☒ Guantes	☒ Guantes aislados	☒ Equipo eléctrico	☒ Sierra circular	☒ Compu	☒ Protección contra ruidos
☒ Botas	☒ Guantes elásticos	☒ Grúa torre	☒ Escalera	☒ Cinta de peligro	☒ Protección contra polvo
☒ Traje protector	☒ Zapatos punta acero	☒ Recorrido	☒ Doble	☒ Exámenes	☒ Iluminación

TAREAS DEL TRABAJO	PELIGROS	RIESGOS	NIVEL RIESGO	MEDIDA DE CONTROL
1. Impulso del ascensor de trabajo	Acceso inadecuado	golpes por los cables	Trivial	Señalar la zona de trabajo
2. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo
3. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo
4. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo
5. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo
6. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo
7. Levantar la maquinaria de la parte a pie	Equipo Montado	Atropello por cables	Alto	mantener distancia del equipo

FEEROS ADICIONALES: () Escavación Profunda () Trabajos en Caliente () Trabajos en Altura () Trabajos Eléctricos () Espacio Confinado () Otros () Ninguno

Capataz: Diego	Resp. Subcontratista: Diego	Ing. Campo/Residente: Diego	Vº Bº Area. SSOMA: Diego
Nombre: Diego	Nombre: Diego	Nombre: Diego	Nombre: Diego

OBSERVACIONES:

Identificación de Necesidades Previas a la actividad	SI	NA
Tengo AUTORIZACION del Ingeniero de campo para hacer esta actividad.	☒	☐
Cada trabajador declara estar en buenas CONDICIONES FISICAS.	☒	☐
Me asegurando el acceso a mi zona de trabajo sin obstáculos, huecos y puntas.	☒	☐
Me asegurando a la claridad de la zona de trabajo.	☒	☐
Al inicio haremos orden, limpieza y señalización del área, durante y al término del trabajo	☒	☐
Solo el personal capacitado podrá usar herramientas eléctricas.	☒	☐
Nunca recibiremos la capacitación específica de la actividad a realizar - PTS.	☒	☐
Nunca trabajaremos solo, mba. 02 personas y abamos que debemos informar de inmediato cualquier acontecimiento.	☒	☐
Más herramientas y equipos serán inspeccionados con el código de color del mba.	☒	☐
Se solicitará a la electricista encargado la energía de obra en el caso que se requiera.	☒	☐
Tengo el conocimiento de paralizar la actividad en el caso de cualquier accidente e incidente.	☒	☐
En caso que la actividad tenga peligro o riesgo desconocido solicitar al preventonista asesoría.	☒	☐

Item	Apellidos y Nombres	Firma	¿Existen los siguientes peligros?	¿Existen los siguientes riesgos?
1	<i>Pareda Cayo Rolito</i>	<i>80018924</i>	1. Herramientas y equipos sin la cinta de inspección del Mes). 1 mes (Color del Mes).	1. Golpes y cortes, amputaciones, corte circuito, electrocución.
2			2. Excavaciones, Zanjas expuestas.	2. Caídas de persona en el mismo nivel, caídas de material, aplastamiento, inhalación de polvo, etc.
3			3. Material y equipo desordenado (cables en el piso, zona de trabajo con presencia de agua).	3. Caídas de personas de distintos niveles, caídas de personas al mismo nivel, Corte circuito, Electrocución.
4			4. Suelo con deshielos.	4. Caídas de personal al mismo nivel, Tropezones, Golpes.
5			5. Iluminación escasa.	5. Caídas de cargas suspendidas, caídas al mismo nivel.
6			6. Objetos sobresalientes, tránsito vehicular, peatones	6. Atropello y colisión de vehículos o equipos en movimientos
7			7. Material inflamable, superficies caliente, altas T°	7. Incendios y exposiciones, quemaduras por contacto.
8			8. Aberturas entre pisos.	8. Caída de personas de distintos niveles, caídas de objetos.
9			9. Partes expuestas de maquinaria en movimiento	9. Choques entre partes expuestas.
10			10. Herramientas sin guardas	10. Proyección de partículas a los ojos.
11			11. Productos químicos: aditivo, concreto, aceites y grasas.	11. Sustancias que puedan causar daños por contacto a la piel
12			12. Thinner, gasolina, solventes, doro, sustancias químicas	12. Sustancias venenosas que causen daños al ser ingeridas.
13			13. Contacto directo o indirecto con puntos energizados	13. Energía peligrosa (eléctrica, neumática, radiación, etc).
14			14. Fierros corrugados expuestos (vertical)	14. Incrustamiento, cortes, caídas al mismo nivel, infección.
15			15. Madera con presencia de clavos	15. Incrustamiento, cortes, infección.

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD	
Lesión sin incapacidad: pequeños cortes o magulladuras, Irritación de los ojos por polvo.	Leve	El daño ocurrirá raras veces	Baja
Molestias e Incomodidad: dolor de cabeza, disconfort	Medio	El daño ocurrirá en algunas ocasiones	Medio
Lesión con incapacidad temporal: fracturas menores.	Grave	El daño ocurrirá siempre o casi siempre	Alta
Daño a la salud reversible: sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos.			
Lesión con incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores.			
Muerte.			
Daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.			

ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO		CONSECUENCIAS	
Alta	Grave	Alto	Grave
Medio	Medio	Medio	Medio
Baja	Baja	Baja	Baja

PROBABILIDAD		CONSECUENCIAS	
Alta	Grave	Alto	Grave
Medio	Medio	Medio	Medio
Baja	Baja	Baja	Baja

Medidas de control	
1. Capacitación Específica	1. Capacitación Específica
2. Contar con Supervisión constante.	2. Contar con Supervisión constante.
3. Uso adecuado de EPP	3. Uso adecuado de EPP
4. Uso de bandes para realizar trabajos.	4. Uso de bandes para realizar trabajos.
5. Toda extensión debe de ser aérea.	5. Toda extensión debe de ser aérea.
6. Uso de plataforma para trabajos en altura (mín. 60)	6. Uso de plataforma para trabajos en altura (mín. 60)
7. Colocar capuchones en los fierros.	7. Colocar capuchones en los fierros.
8. Orden y Limpieza	8. Orden y Limpieza
9. Eliminación de clavo expuesto en el encofrado.	9. Eliminación de clavo expuesto en el encofrado.
10. Eliminar material o equipo excedente.	10. Eliminar material o equipo excedente.
11. Colocar línea de vida	11. Colocar línea de vida
12. Inspección de equipos y herramientas.	12. Inspección de equipos y herramientas.
13. Retirar todo elemento inflamable del lugar.	13. Retirar todo elemento inflamable del lugar.
14. Iluminación en zona de trabajo.	14. Iluminación en zona de trabajo.
15. Rotulación de envases y paquetes.	15. Rotulación de envases y paquetes.
16. Colocar la señalización de trabajos.	16. Colocar la señalización de trabajos.
17. Cercar la zona de trabajo.	17. Cercar la zona de trabajo.
18. Colocar banderas de protección.	18. Colocar banderas de protección.
19. Nivelación del suelo antes de armar andamios.	19. Nivelación del suelo antes de armar andamios.

Análisis de Seguro Trabajo - (A.S.T)

Código: F. 01
Revisión: 01
Fecha: 02/05/17
Página 1 de 2

Empresa: **ARPE SA** Trabajo a realizar: **EXCAVACION-12N) EXCAVACION**
Nombre del Copataz o Responsable del Trabajo: **Diego Luis** Ubicación: **Hotel 16 ENOSIAH MISIONES**
Fecha: **15-3-2019** Hora inicio: **4:30**

Equipos de Protección Personal				Herramientas/ Equipos eléctricos			
☒ Casco	☒ Inguernador anti golpe	☒ Manos	☒ Equipo pasado	☒ Aseadores	☒ Serrucho	☒ Pala	☒ Escudo
☒ Lentes	☒ Guantes adecuados	☒ Cables	☒ Equipo eléctrico	☒ Sierra circular	☒ Fresa	☒ Máquina de soldar	☒ Escudo
☒ Zapatos	☒ Uniforme reflectivo	☒ Escarpines	☒ Guata sobre	☒ Herramienta	☒ Dobladora	☒ Escudo	☒ Escudo
☒ Tipo de soplete	☒ Zapatos punta acero	☒ Pares de doble cara					

TAREAS DEL TRABAJO	PELIGROS	RIESGOS	NIVEL RIESGO	MEDIDA DE CONTROL
1. Inspección de la zona de trabajo	Arredos sonderando	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
2. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
3. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
4. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
5. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
6. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo
7. Inspección de la zona de trabajo	Inspección de la zona de trabajo	Caídas a distinto nivel	Alto	Ordenar y limpiar zona de trabajo

PERMISOS ADICIONALES: () Excavación Profunda () Trabajo en Caliente () Trabajo en Altura () Trabajo Eléctrico () Espacio Confinado () Check List de andamios () Otros _____ () Ninguno

Copataz: **Diego Luis** Resp. Subcontratista: **Diego Luis** Ing. Campo Residente: **Diego Luis** V/P Area, SSOMA: **Diego Luis**

Nombre: **Diego Luis** Nombre: **Diego Luis** Nombre: **Diego Luis** Nombre: **Diego Luis**

Item	Apellidos y Nombres	Firma	¿Existen los siguientes peligros?	¿Existen los siguientes riesgos?
1	1v) ANJENI, EDUARDO	09/23/18	1. Herramientas y equipos sin la data de inspección (del Mes).	1. Golpes y cortes, amputaciones, corto circuito, electrocución.
2			2. Escaleras, Zangas expuestas.	2. Caídas de persona en el mismo nivel, caídas de material, aplastamiento, inhalación de polvo, etc.
3			3. Material y equipo desordenado (cables en el piso, zona de trabajo con presencia de agua).	3. Caídas de personas de distintos niveles, caídas de personas al mismo nivel, corto circuito, Electrocución.
4			4. Suelo con desniveles.	4. Caídas de personal al mismo nivel, Tropezones, Golpes.
5			5. Iluminación escasa.	5. Caídas de cargas suspendidas, caídas al mismo nivel.
6			6. Objetos sobresalientes, trasto vehicular, pestones	6. Atropello y colisión de vehículos o equipos en movimientos
7			7. Material inflamable, superficies caliente, altas T°	7. Incendios y explosiones, quemaduras por contacto.
8			8. Aberturas entre pisos.	8. Caída de personas de distintos niveles, caídas de objetos.
9			9. Partes expuestas de maquinaria en movimiento	9. Choques entre partes expuestas.
10			10. Herramientas sin guardas	10. Proyección de partículas a los ojos.
11			11. Productos químicos: aditivo, concreto, aceites y grasas.	11. Sustancias que puedan causar daños por contacto a la piel
12			12. thinner, gasolina, solventes, cloro, sustancias químicas	12. Sustancias venenosas que causen daños al ser ingeridas.
13			13. Contacto directo o indirecto con puntos energizados	13. Energía peligrosa (eléctrica, neumática, radiación, etc).
14			14. Hierros corrugados expuestos (vertical)	14. Incrustamiento, cortes, caídas al mismo nivel, infección.
15			15. Madera con presencia de clavos	15. Incrustamiento, cortes, infección.

CONSECUENCIA		PROBABILIDAD	
Lesión sin incapacidad: pequeños cortes o magulladuras, irritación de los ojos por polvo.		Baja	El daño ocurrirá raras veces
Molestias e Incapacidad: dolor de cabeza, discomfort		Media	El daño ocurrirá en algunas ocasiones
Lesión con Incapacidad temporal: Fracturas menores.		Alta	El daño ocurrirá siempre o casi siempre
Daño a la salud reversible: sordera, dermatitis, asma, trastornos muscular esqueléticos.			
Lesión con Incapacidad permanente: amputaciones, fracturas mayores.			
Muerte.			
Daño a la salud irreversible: intoxicaciones, lesiones múltiples, lesiones fatales.			

ESTIMACION DEL NIVEL DE RIESGO		CONSECUENCIAS	
Baja	Leve	Leve	Leve
Media	Modera	Modera	Modera
Alta	Grave	Grave	Grave

PROBABILIDAD	
Baja	Leve
Media	Modera
Alta	Grave

Medidas de control	
1. Capacitación Especifica	
2. Contar con Supervisión constante.	
3. Uso adecuado de EPP	
4. Uso de bancas para realizar trabajos.	
5. Toda extensión debe de ser aérea.	
6. Uso de plataforma para trabajos en altura (mín. 60)	
7. Colocar capuchones en los fierros.	
8. Orden y Limpieza	
9. Eliminación de clavo expuesto en el encofrado.	
10. Eliminación de equipo excedente.	
11. Colocar línea de vida	
12. Inspección de equipos y herramientas.	
13. Retirar todo elemento inflamable del lugar.	
14. Iluminación en zona de trabajo.	
15. Rotulación de envases y paquetes.	
16. Colocar la señalización de trabajos.	
17. Cercar la zona de trabajo.	
18. Colocar banderas de protección.	
19. Nivelación del suelo antes de armar andamios.	

Anexo 6. Formato de Registro de Inducción, Capacitación, Charla, Entrenamiento y Simulacro de Emergencia.

AREA. SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE		Código: F.02 Rev.: 01 Fecha: 05/09/2016	
N° REGISTRO:		REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, CHARLA, ENTRENAMIENTO Y SIMULACRO DE EMERGENCIA			
DATOS DEL EMPLEADOR:					
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO (Dirección, Distrito, Departamento, Provincia)	TIPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	N° TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL	
ARPE CONTRATISTAS SAC	20510797524	CHORRILLOS - LIMA	MOV. TIERRA	08	
MARCAR (X)					
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	CHARLA DE SST	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA	
		X			
TEMA:		LOS 4 ABSOLUTOS			
FECHA:		15-03-2019			
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR		ANDERSON ENAYAY			
N° HORAS		10'			
N°	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
1	COVENO HUARIAN, FRANK	10240435	M.T.
2	Alberto de la Cruz Abel	48365799	M.T.
3	(U) AW JENI, EDUARDO	20231018	M.T.
4	Gris Sripavan, Juan Diego	47777636	M.T.
5	Caldéron Vasquez J.	45798273	M.T.
6	Roberto Fauds Cayo	50228117	M.T.
7	CARHUAMACA CHACCARA CYNTHIA	41680687	PDR
8	Sangoma Huaynacovi Richard	43716671	M.T.
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
RESPONSABLE DEL REGISTRO					
Nombre: Cynthia Carhuamaca		Cargo: PDR		Fecha: 15-03-19	Firma:

Área. SSOMA

Anexo 7. Terrenos colindantes del proyecto STELAR.

Anexo 8. Layout de excavación por conformación de rampa-STELAR

Anexo 9. Layout de excavación por faja transportadora-STELAR

Anexo 10. Formato de eliminación diaria del proyecto STELAR.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "STELAR - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)	
Enero	Semana 3	MARTES	17/01/2017	411.00	411.00	
		MIERCOLES	18/01/2017	1,073.00	1,484.00	
		JUEVES	19/01/2017	553.00	2,037.00	
Febrero	Semana 6	MARTES	07/02/2017	396.00	2,433.00	
		MIERCOLES	08/02/2017	360.00	2,793.00	
		JUEVES	09/02/2017	984.00	3,777.00	
		VIERNES	10/02/2017	774.00	4,551.00	
	Semana 7	SABADO	11/02/2017	318.00	4,869.00	
		MARTES	14/02/2017	468.00	5,337.00	
		MARTES	28/02/2017	757.00	6,094.00	
Marzo	Semana 9	MIERCOLES	01/03/2017	872.00	6,966.00	
		JUEVES	02/03/2017	1,109.00	8,075.00	
		VIERNES	03/03/2017	433.00	8,508.00	
	Semana 12	LUNES	20/03/2017	201.00	8709.00	
		MARTES	21/03/2017	526.00	9,235.00	
		MIERCOLES	22/03/2017	952.00	10,187.00	
		JUEVES	23/03/2017	1,167.00	11,354.00	
		VIERNES	24/03/2017	1,068.00	12,422.00	
	Semana 13	LUNES	27/03/2017	534.00	12,956.00	
Abril	Semana 14	LUNES	03/04/2017	138.00	13,094.00	
		MARTES	04/04/2017	632.00	13,726.00	
	Semana 16	MARTES	18/04/2017	110.00	13,836.00	
		MIERCOLES	19/04/2017	782.00	14618.00	
		JUEVES	20/04/2017	890.00	15,508.00	
		VIERNES	21/04/2017	914.00	16,422.00	
		SABADO	22/04/2017	536.00	16,958.00	
Semana 17	LUNES	24/04/2017	700.00	17658.00		
Mayo	Semana 21	MIERCOLES	24/05/2017	577.00	18,235.00	
		SABADO	27/05/2017	365.00	18,600.00	
	Semana 22	LUNES	29/05/2017	674.00	19,274.00	
		MARTES	30/05/2017	496.00	19,770.00	
		MIERCOLES	31/05/2017	356.00	20,126.00	
Junio	Semana 23	JUEVES	01/06/2017	494.00	20,620.00	
		MARTES	06/06/2017	790.00	21,410.00	
		JUEVES	09/06/2017	800.00	22,210.00	
		EXTRA	15/06/2017	700.00	22,910.00	
			TOTAL:	22,910.00		

LEYENDA
Vol Eliminación en primer anillo
Vol Eliminación en el segundo anillo
Vol Eliminación en el tercer anillo
Vol Eliminación en el cuarto anillo
Vol Eliminación en el quinto anillo

Prom	636.39
Max	1,167.00
Min	110.00

[illegible]

Anexo 12. Perfil de suelos del Centro Empresarial PLEXUS

PROYECTO
N°
M3989

PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° M3989 - 2A

Sonda: C-1 Tipo: CALICATA Proyecto: "CENTRO EMPRESARIAL SAN MIGUEL"
Cota del Terreno: — Registrado: M. MONDALGO SAN MIGUEL - LIMA
Prof. del Agua Subterránea: — Revisado: M. MARTINELLI Fecha: MAYO/2012

Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCION	SUCS
12.00				
13.00				
14.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con piedras redondeadas de 4 pulg de tamaño máximo.	GP
15.00				
16.00			Arena fina a media, limosa, medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón plomizo. Finos de plasticidad baja.	SM
17.00				
18.00			Grava arenosa, mal graduada, densa a muy densa, marrón plomizo; con piedras redondeadas de 5 pulg de tamaño máximo. Óxidos	GP
19.00				
20.00			Limo arcilloso, de plasticidad media, muy compacto, húmedo, marrón.	ML
21.00			Grava arenosa, mal graduada, densa a muy densa, ligeramente húmeda, marrón; con piedras redondeadas de 4 pulg de tamaño máximo.	GP
22.00				

LEYENDA	
	M. Alterada
	M. en Bloque
	M. Intacta
	M. de agua

OBSERVACIONES:

PROYECTO
N°
M3989

PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° M3989 - 3

Sondaje: **C2** Tipo: **CALICATA** Proyecto: **"CENTRO EMPRESARIAL SAN MIGUEL"**
Cota del Terreno: **—** Registrado: **M. CAHUANA** **SAN MIGUEL - LIMA**
Prof. del Agua Subterránea: **—** Revisado: **M. MARTINELLI** Fecha: **MAYO/2012**

Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCION	sucs
			Losa de concreto.	
			Releno, Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, ligeramente húmeda, marrón; con gravas sub angulares de 2 pulg de tamaño máximo, Restos de desmonte y basura (pedazos de ladrillos y plásticos).	
1.00			Releno antiguo, Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad media, muy compacta, húmeda, marrón, Restos de cerámicas.	
2.00			Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, húmeda, marrón claro,	CL-ML
3.00			Grava arenosa, bien graduada, suelta a medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón plumizo; con piedras redondeadas de 6 pulg de tamaño máximo, Oxidaciones,	GW
4.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con piedras y bolones redondeados de 9 pulg de tamaño máximo, Oxidaciones,	GP
5.00			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con piedras y bolones redondeados de 10 pulg de tamaño máximo.	GP
6.00				
7.00				
8.00				
9.00				
10.00				
11.00				

LEYENDA

☐ M. Alterado ☒ M. en Bloque
☒ M. Intactado ☒ M. de agua

OBSERVACIONES:

PROYECTO
N°
M3989

PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° M3989 - 4

Sondaje: **C3** Tipo: **CALICATA** Proyecto: **"CENTRO EMPRESARIAL SAN MIGUEL"**
Cota del Terreno: **—** Registrado: **M. CAHUANA** **SAN MIGUEL - LIMA**
Prof. del Agua Subterránea: **—** Revisado: **M. MARTINELLI** Fecha: **MAYO/2012**

Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCION	SUCS
			Losa de concreto.	
			Releno. Grava arenosa, limosa, mal graduada, medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con gravas sub angulares de 1 pulg de tamaño máximo. Finos de plasticidad baja. Restos de desmonte y basura (pedazos de ladrillos y plásticos).	
1.00			Releno antiguo. Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacto, seco, marrón claro. Restos de cerámicas. Presenta rajaduras.	
2.00			Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacto, húmedo, marrón claro.	CL-ML
3.00			Grava arenosa, bien graduada, suelta a medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón plomizo; con piedras redondeadas de 4 pulg de tamaño máximo.	GW
4.00			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con piedras redondeadas de 5 pulg de tamaño máximo. Oxidaciones.	GP
5.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, plomo; con piedras y bolones redondeadas de 8 pulg de tamaño máximo.	GP
6.00				
7.00				
8.00				
9.00				
10.00				
11.00				

LEYENDA

☐ M. Alterado ☒ M. en Bloque
☒ M. Intactado ☒ M. de agua

OBSERVACIONES:

* Se aprecia a un extremo un bolsón de arena fina entre las profundidades de 0.80-1.00 m.

PROYECTO
N°
M3989

PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° M3989 - 5

Sondaje: C-4 Tipo: CALICATA Proyecto: "CENTRO EMPRESARIAL SAN MIGUEL"
Cota del Terreno: --- Registrado: M. MONDALGO SAN MIGUEL - LIMA
Prof. del Agua Subterránea: --- Revisado: M. MARTINELLI Fecha: MAYO/2012

Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCION	SUCS
			Losa de concreto.	
			Relleno, Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, medianamente compacta, ligeramente húmeda, marrón; con gravas sub angulares de 2 pulg de tamaño máximo, Restos de desmonte y basura (pedazos de ladrillos y plásticos).	
1.00			Relleno antiguo, Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, compacto, ligeramente húmeda, marrón, Restos de cerámicas.	
2.00			Arcilla limosa, arenosa, de plasticidad baja, blanda a medianamente compacta, húmeda, marrón claro.	CL-ML
3.00			Grava arenosa, mal graduada, suelta a medianamente densa, ligeramente húmeda, marrón plumizo; con piedras y bolones redondeados de 6 1/2 pulg de tamaño máximo, Oxidaciones.	GP
4.00				
5.00			Grava arenosa, bien graduada, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, marrón; con piedras y bolones redondeados de 8 pulg de tamaño máximo.	GW
6.00				
7.00				
8.00			Grava arenosa, mal graduada, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, marrón plumizo; con piedras, bolones y fragmentos de roca sub redondeados de 12 pulg de tamaño máximo, Oxidaciones.	GP
9.00				
10.00				
11.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón; con piedras y bolones redondeados de 10 pulg de tamaño máximo.	GP
LEYENDA			OBSERVACIONES:	
<div> <div></div> M. Alterado <div></div> M. en Bloque <div></div> M. Indiferente <div></div> M. de agua </div>			<p>* Se aprecia a un extremo un bolsón de arena fina entre las profundidades de 0,80-1,00 m.</p>	

Continúa en la Lámina N° M3989-5A

PROYECTO
N°
M3989

PERFIL DE SUELOS

LAMINA N° M3989 - 5A

Sondaje: C-4 Tipo: CALICATA Proyecto: "CENTRO EMPRESARIAL SAN MIGUEL"
Cota del Terreno: — Registrado: M. MONDALGO SAN MIGUEL - LIMA
Prof. del Agua Subterránea: — Revisado: M. MARTINELLI Fecha: MAYO/2012

Profund. (m)	Muestra	Símbolo	DESCRIPCION	sucs
12.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón; con piedras y bolones redondeados de 10 pulg de tamaño máximo,	GP
13.00				
14.00			Grava arenosa, ligeramente limosa, mal graduada, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, marrón claro; con piedras y bolones redondeados de 8 pulg de tamaño máximo. Finos de plasticidad baja,	GP-GM
15.00				
16.00			Arena fina a media, limosa, medianamente densa a densa, ligeramente húmeda, marrón claro. Finos de plasticidad baja,	SM
17.00				
18.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón plomizo; con piedras y bolones redondeados de 9 pulg de tamaño máximo,	GP
19.00				
20.00			Limo arcilloso, arenoso, de plasticidad baja, compacto, húmedo, marrón claro,	ML
21.00				
22.00			Grava arenosa, mal graduada, densa, ligeramente húmeda, marrón plomizo; con piedras y bolones redondeados de 7 1/2 pulg de tamaño máximo. Oxidaciones,	GP

LEYENDA	
	M. Alterado
	M. en Bloque
	M. Intactado
	M. de agua

OBSERVACIONES:

Anexo 13. Layout de excavación por conformación de rampa-PLEXUS

Anexo 14. Formato de eliminación diaria del proyecto PLEXUS.

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PLEXUS - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)
Febrero	Semana 1	MARTES	05/02/2013	423.00	423.00
	Semana 2	MIERCOLES	13/02/2013	175.00	598.00
		JUEVES	14/02/2013	176.00	774.00
		VIERNES	15/02/2013	128.00	902.00
		SABADO	16/02/2013	134.00	1,036.00
Marzo	Semana 5	MARTES	05/03/2013	236.00	1,272.00
		MIÉRCOLES	06/03/2013	100.00	1,372.00
		JUEVES	07/03/2013	260.00	1,632.00
		VIERNES	08/03/2013	260.00	1,892.00
	Semana 6	SABADO	09/03/2013	144.00	2,036.00
		LUNES	11/03/2013	447.00	2,483.00
		MARTES	12/03/2013	1,613.34	4,096.34
		MIÉRCOLES	13/03/2013	854.00	4,950.34
Abril	Semana 9	JUEVES	04/04/2013	406.00	5356.34
		VIERNES	05/04/2013	659.00	6,015.34
		SÁBADO	06/04/2013	582.50	6,597.84
	Semana 10	LUNES	08/04/2013	181.50	6,779.34
		MARTES	09/04/2013	667.00	7446.34
		MIÉRCOLES	10/04/2013	621.00	8,067.34
		JUEVES	11/04/2013	311.00	8,378.34
		VIERNES	12/04/2013	183.00	8,561.34
	Semana 11	VIERNES	19/04/2013	501.00	9,062.34
		SABADO	20/04/2013	33.00	9095.34
	Semana 12	LUNES	22/04/2013	210.00	9,305.34
		MARTES	23/04/2013	310.50	9,615.84
		MIÉRCOLES	24/04/2013	278.00	9,893.84
Mayo	Semana 14	SABADO	11/05/2013	416.50	10310.34
	Semana 15	LUNES	13/05/2013	594.00	10,904.34
		MARTES	14/05/2013	667.80	11,572.14
		MIÉRCOLES	15/05/2013	516.00	12,088.14
		JUEVES	16/05/2013	182.50	12,270.64
		VIERNES	17/05/2013	528.00	12,798.64
		SÁBADO	18/05/2013	146.00	12,944.64
	Semana 17	MARTES	28/05/2013	224.00	13,168.64
Junio	Semana 20	VIERNES	21/06/2013	243.00	13,411.64
	Semana 21	LUNES	24/06/2013	405.00	13,816.64
		MARTES	25/06/2013	616.00	14,432.64
		MIÉRCOLES	26/06/2013	618.00	15,050.64
		JUEVES	27/06/2013	290.00	15,340.64
Julio	Semana 24	LUNES	15/07/2013	64.00	15,404.64
		MARTES	16/07/2013	512.00	15,916.64
		MIÉRCOLES	17/07/2013	698.00	16,614.64
		JUEVES	18/07/2013	202.00	16,816.64
		MARTES	23/07/2013	469.00	17,285.64

Julio	Semana 25	MARTES	23/07/2013	469.00	17,285.64
		MIERCOLES	24/07/2013	721.00	18,006.64
		JUEVES	25/07/2013	719.00	18,725.64
		VIERNES	26/07/2013	551.00	19,276.64
		SABADO	27/07/2013	311.00	19,587.64
Agosto	Semana 26	MARTES	30/07/2013	29.00	19,616.64
		JUEVES	01/08/2013	698.00	20,314.64
	Semana 28	VIERNES	02/08/2013	326.00	20,640.64
		LUNES	12/08/2013	253.00	20,893.64
		MARTES	13/08/2013	215.00	21,108.64
	Semana 29	MIERCOLES	14/08/2013	497.00	21,605.64
		MARTES	20/08/2013	272.00	21,877.64
		MIERCOLES	21/08/2013	249.00	22,126.64
Septiembre	Semana 31	VIERNES	06/09/2013	112.00	22,238.64
		SABADO	07/09/2013	160.00	22,398.64
	Semana 32	VIERNES	13/09/2013	144.00	22,542.64
		MIERCOLES	18/09/2013	581.00	23,123.64
	Semana 33	JUEVES	19/09/2013	950.00	24,073.64
		VIERNES	20/09/2013	545.00	24,618.64
		SABADO	21/09/2013	467.00	25,085.64
	Semana 34	LUNES	23/09/2013	385.00	25,470.64
		MARTES	24/09/2013	174.00	25,644.64
		MIERCOLES	25/09/2013	461.00	26,105.64
Octubre	Semana 35	JUEVES	03/10/2013	299.00	26,404.64
		VIERNES	04/10/2013	60.00	26,464.64
	Semana 38	LUNES	21/10/2013	177.00	26,641.64
		MARTES	22/10/2013	604.00	27,245.64
		MIERCOLES	23/10/2013	361.00	27,606.64
		JUEVES	24/10/2013	409.00	28,015.64
		VIERNES	25/10/2013	510.00	28,525.64
	Semana 39	LUNES	28/10/2013	341.00	28,866.64
		MARTES	29/10/2013	302.00	29,168.64
		MIERCOLES	30/10/2013	360.00	29,528.64
		JUEVES	31/10/2013	117.00	29,645.64
		JUEVES	14/11/2013	290.00	29,935.64
Noviembre	Semana 40	VIERNES	15/11/2013	272.00	30,207.64
		MARTES	19/11/2013	253.00	30,460.64
	Semana 42	MIERCOLES	20/11/2013	224.00	30,684.64
		VIERNES	22/11/2013	311.00	30,995.64
	Semana 43	MARTES	26/11/2013	123.00	31,118.64
		TOTAL:		31,118.64	

LEYENDA
Vol Eliminación en primer anillo
Vol Eliminación en el segundo anillo
Vol Eliminación en el tercer anillo
Vol Eliminación en el cuarto anillo
Vol Eliminación en el quinto anillo
Vol Eliminación en el sexto anillo
Vol Eliminación en el séptimo anillo

Prom	374.92
Max	1,613.34
Min	29.00

Anexo 15. Diagrama de eliminación diaria del proyecto PLEXUS

Anexo 16. Perfil de suelos de multifamiliar ALTOVERDE.

MANUEL PRADO MEZA
INGENIEROS CONSULTORES

Miembro de la Sociedad Peruana de Geotécnica

RECORD DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR

CALICATA : C - 1

UBICACIÓN : AV. Sucre Nº 336-337-339 - PUEBLO LIBRE

NIVEL FREÁTICO : N.P.

SOLICITADO POR : INVERSIONES EN INMUEBLES LIMA S.A.C.

FECHA : 05-05-15

Nota.-Cota de arranque +/- 0.00, referido a la vereda por la Av. Sucre +/- 0.00

PROF. MTS.	MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	OBSERV.
0.50		De 0.00 a 0.70 - 1.00 material arcilloso, sin la presencia de gravas representativas, en estado seco, de color marrón claro, semicompacto de mediana plasticidad.	CL	
1.00		De 0.70 a 3.00 - Material gravoso mal graduado, en una matriz arenosa, con escasos porcentajes de arenas medias, color gris claro, en estado seco. Sus elementos gruesos son subredondeados de superficies lisas, duras y sanas de alto a buen peso específico, mayormente de roca intrusiva y andesita. Se observa la presencia de bolonería de T.M. 12", promedio 4".		
1.50				
2.00				
2.50				
3.00	FIN DE LA EXPLORACION		GP	Este material de río, continúa por debajo de los 280cm. (Kuruma 1977, Repetto 1980) y por sus condiciones de frontera.

Ing. JESUS MANUEL PRADO MEZA
CONSULTOR CIP. 16748
Miembro de la Sociedad Peruana
de Geotécnica

MANUEL PRADO MEZA
INGENIEROS CONSULTORES
Miembro de la Sociedad Peruana de Geotécnica

RECORD DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN : AV. Sucre Nº 336-337-339 - PUEBLO LIBRE
SOLICITADO POR : INVERSIONES EN INMUEBLES LIMA S.A.C.

CALICATA : C-2
NIVEL FREÁTICO : N.P.
FECHA : 05-05-15

Nota: Cota de arranque +/- 0.00, referido a la vereda por la Av. Sucre +/- 0.00

PROF. MTS.	MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	OBSERV.
0.50		De 0.10 a 1.20 m - 1.1 m material arcilloso, sin la presencia de gravas representativas, en estado seco, de color marrón claro, semicompacto de mediana plasticidad.	CL	
1.00				
1.50	M - 1	De 1.20 a 3.00 m - Material gravoso mal graduado, en una matriz arenosa, con escasos porcentajes de arenas medias, color gris claro, en estado seco. Sus elementos gruesos son subredondeados de superficies lisas, duras y sanas de alto a buen peso específico, mayormente de roca intrusiva y andesita. Se observa la presencia de bolonería de 1 M. 12", promedio 4".	GP	Este material de río, continúa por debajo de los 280m. (Kuriwa 1977, Repetto 1980) y por sus condiciones de frontera.
2.00				
2.50				
3.00		FIN DE LA EXPLORACION		

Ing. JESUS MANUEL PRADO MEZA
CONSULTOR CIP. 16748
Miembro de la Sociedad Peruana
de Geotécnica

MANUEL PRADO MEZA
INGENIEROS CONSULTORES
 Miembro de la Sociedad Peruana de Geotécnica

RECORD DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : EDIFICIO MULTIFAMILIAR
 UBICACIÓN : AV. Sucre Nº 335-337-339 - PUEBLO LIBRE
 SOLICITADO POR : INVERSIONES EN INMUEBLES LIMA S.A.C.

AUSCULTACIÓN: A - 3
 NIVEL FREÁTICO : N.P.
 FECHA : 05-05-15

Nota: Cota de arranque +/- 0.00, referido a la vereda por la Av. Sucre +/- 0.00

PROF. MTS.	MUESTRAS	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	CLASIF. SUCS	OBSERV.
0.50		De 0.00 a 1.20 - Un material arcilloso, sin la presencia de gravas representativas, en estado seco, de color marrón claro, semicompacto de mediana plasticidad.	CL	
1.00				
1.50		De 1.20 a 3.00 - Material gravoso mal gradado, en una matriz arenosa, con escasos porcentajes de arenas medias, color gris claro, en estado seco. Sus elementos gruesos son subredondeados de superficies lisas, duras y sanas de alto a buen peso específico, mayormente de roca intrusiva y andesita. Se observa la presencia de bolonera de T.M. 12", promedio 4"	GP	Este material de río, continúa por debajo de los 200m. (Kurohwa 1977, Repetto 1960) y por sus condiciones de frontera.
2.00				
2.50				
3.00		FIN DE LA EXPLORACION		

ing. JESUS MANUEL PRADO MEZA
 CONSULTOR CIP. 16748
 Miembro de la Sociedad Peruana
 de Geotécnica

Anexo 17. Layout de excavación por conformación de rampa-ALTOVERDE

Anexo 18. Layout de excavación por faja transportadora-ALTOVERDE.

Anexo 19. Formato de eliminación diaria-ALTOVERDE

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "ALTOVERDE - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)
JUNIO	Semana 1	JUEVES	08/06/2017	191.00	191.00
		VIERNES	09/06/2017	662.00	853.00
		SABADO	10/06/2017	408.00	1,261.00
	Semana 2	LUNES	12/06/2017	468.00	1,729.00
		MARTES	13/06/2017	60.00	1,789.00
	Semana 4	VIERNES	30/06/2017	153.00	1,942.00
JULIO	Semana 6	LUNES	10/07/2017	248.00	2,190.00
AGOSTO	Semana 9	VIERNES	04/08/2017	176.00	2,366.00
		SABADO	05/08/2017	269.00	2,635.00
	Semana 10	LUNES	07/08/2017	542.00	3,177.00
		MARTES	08/08/2017	311.00	3,488.00
		JUEVES	10/08/2017	231.00	3,719.00
		VIERNES	11/08/2017	425.00	4,144.00
		SABADO	12/08/2017	214.00	4,358.00
	Semana 11	LUNES	14/08/2017	368.00	4,726.00
		MARTES	15/08/2017	57.00	4,783.00
		Semana 12	JUEVES	24/08/2017	285.00
	Semana 13	SABADO	02/09/2017	171.00	5,239.00
SEPTIEMBRE	Semana 14	LUNES	04/09/2017	415.00	5,654.00
		MARTES	05/09/2017	97.00	5,751.00
		JUEVES	07/09/2017	427.00	6,178.00
		VIERNES	08/09/2017	67.00	6,245.00
	Semana 15	LUNES	11/09/2017	565.00	6,810.00
		MARTES	12/09/2017	447.00	7,257.00
	Semana 17	JUEVES	28/09/2017	180.50	7,437.50
VIERNES		29/09/2017	664.00	8,101.50	
SABADO		30/09/2017	443.00	8,544.50	
Octubre	Semana 18	LUNES	02/10/2017	405.50	8,950.00
		MARTES	03/10/2017	300.00	9,250.00
	Semana 20	JUEVES	12/10/2017	260.00	9,510.00
		VIERNES	13/10/2017	630.00	10,140.00
		SABADO	14/10/2017	430.00	10,570.00
	Semana 21	LUNES	23/10/2017	410.50	10,980.50
		MARTES	24/10/2017	315.00	11,295.50
Noviembre	Semana 22	LUNES	30/10/2017	515.00	11,810.50
		MARTES	31/10/2017	250.00	12,060.50
		JUEVES	09/11/2017	220.00	12,280.50
	Semana 24	VIERNES	10/11/2017	174.30	12,454.80
		SABADO	11/11/2017	443.00	12,897.80
	Semana 25	LUNES	13/11/2017	160.00	13,057.80
		MARTES	14/11/2017	267.85	13,325.65
			TOTAL:	13,325.65	

LEYENDA
Vol Eliminación en primer anillo
Vol Eliminación en el segundo anillo
Vol Eliminación en el tercer anillo
Vol Eliminación en el cuarto anillo

Promedio	325.02
Max	664.00
Min	57.00

Anexo 20. Diagrama de eliminación diaria-ALTOVERDE

Anexo 21. Layout inicial de obra del proyecto Parque Alameda

Anexo 22. Formato de eliminación diaria de Parque Alameda

INSPECCION DE EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA "PARQUE ALAMEDA - BRUTO"
MES	SEMANA	DIA	FECHA	METRADO (m3)	ACUMULADO (m3)
Febrero	Semana 1	MIÉRCOLES	01/02/2017	477.50	477.50
		JUEVES	02/02/2017	630.00	1,107.50
		VIERNES	03/02/2017	372.00	1,479.50
	Semana 2	LUNES	06/02/2017	457.00	1,936.50
		MARTES	07/02/2017	188.50	2,125.00
		MIÉRCOLES	08/02/2017	396.5	2521.5
		VIERNES	10/02/2017	116.00	2,637.50
	Semana 3	SÁBADO	11/02/2017	52.00	2,689.50
		JUEVES	16/02/2017	54.00	2,743.50
		VIERNES	17/02/2017	19.00	2,762.50
	Semana 4	MARTES	21/02/2017	113.50	2,876.00
		MIÉRCOLES	22/02/2017	138.00	3,014.00
		JUEVES	23/02/2017	57.00	3071.00
		VIERNES	24/02/2017	111.00	3,182.00
	Semana 5	SÁBADO	25/02/2017	57.00	3,239.00
		LUNES	27/02/2017	19.00	3,258.00
		MARTES	28/02/2017	194.00	3452.00
Marzo	Semana 5	MIÉRCOLES	01/03/2017	55.00	3,507.00
		JUEVES	02/03/2017	208.50	3,715.50
		VIERNES	03/03/2017	571.00	4,286.50
	Semana 6	VIERNES	10/03/2017	823.50	5,110.00
		SABADO	11/03/2017	560.00	5670.00
	Semana 7	LUNES	13/03/2017	878.50	6,548.50
		MARTES	14/03/2017	534.00	7,082.50
	Semana 8	JUEVES	16/03/2017	362.00	7,444.50
		MARTES	21/03/2017	304.00	7748.50
		MIÉRCOLES	22/03/2017	311.50	8,060.00
Abril	Semana 11	MARTES	18/04/2017	470.50	8,530.50
		MIÉRCOLES	19/04/2017	516.50	9,047.00
		JUEVES	20/04/2017	513.00	9,560.00
		VIERNES	21/04/2017	459.50	10,019.50
	Semana 12	SÁBADO	22/04/2017	231.50	10,251.00
		MARTES	25/04/2017	397.00	10,648.00
		JUEVES	27/04/2017	605.50	11,253.50
Mayo	Semana 13	MARTES	02/05/2017	253.50	11,507.00
		MIÉRCOLES	03/05/2017	594.50	12,101.50
	Semana 14	MARTES	09/05/2017	166.00	12,267.50
		MIÉRCOLES	10/05/2017	389.00	12,656.50
		JUEVES	11/05/2017	212.00	12,868.50
		VIERNES	12/05/2017	321.00	13,189.50
	Semana 15	MARTES	23/05/2017	315.00	13,504.50
		MIÉRCOLES	24/05/2017	336.50	13,841.00
		JUEVES	25/05/2017	243.00	14,084.00
		VIERNES	26/05/2017	508.50	14,592.50
	Semana 16	LUNES	29/05/2017	126.50	14,719.00
		MARTES	30/05/2017	238.50	14,957.50
		MIÉRCOLES	31/05/2017	381.00	15,338.50
		VIERNES	02/06/2017	310.50	15,649.00
		SABADO	03/06/2017	276.00	15,925.00
Junio	Semana 17	LUNES	05/06/2017	458.50	16,383.50
		MARTES	06/06/2017	186.50	16,570.00
		MIÉRCOLES	07/06/2017	98.00	16,668.00
		JUEVES	08/06/2017	459.00	17,127.00
	Semana 18	LUNES	12/06/2017	270.50	17,397.50
		MARTES	13/06/2017	146.50	17,544.00
		MIÉRCOLES	14/06/2017	263.00	17,807.00
		JUEVES	15/06/2017	318.00	18,125.00
		VIERNES	16/06/2017	323.00	18,448.00
		LUNES	19/06/2017	338.00	18,786.00
		TOTAL:		18,786.00	

LEYENDA
Vol Eliminación en primer anillo
Vol Eliminación en el segundo anillo
Vol Eliminación en el tercer anillo
Vol Eliminación en el cuarto anillo

Prom	318.41
Max	878.50
Mín	19.00

Anexo 23. Diagrama de eliminación diaria del Parque Alameda

Anexo 24. Formato de encuestas realizadas a expertos

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, San Miguel, Surco y San Isidro

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	
Proyectos/Constructora /Inmobiliaria con los que trabajó	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.
Dirección	
Empresa	
Experiencia	

Consideraciones:

- Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas "Lima Metropolitana".
- Áreas confinadas de 700 – 1200 m2.
- Metodologías:

.Directo: Volquetes llenados Dentro de Obra, sin Rampa.

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan, pero usan rampa y luego ya no ingresan y se queda en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa ojo).
Pasamanos con banquetas.
Cuchara Cuchara.
Faja transportadora.
Balde basculante (Con camión grúa).

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, San Miguel, Surco y San Isidro

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología?
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología?
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología? ¿De qué depende este rendimiento?
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
11. ¿Se podría realizar 1 sótano en menos de 1 mes? Qué factores hay que considerar para que sea así?

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, San Miguel, Surco y San Isidro

12. ¿Qué le recomendaría a empresarios, ingenieros, entre otros para hacer una excavación de 5 y 7 sótanos? Mencione los factores y recomendaciones a tomar en cuenta.

13. Si tiene un proyecto con 1100 m², con un frontis de 30m y largo de 36.6 m, le piden hacer 5 sótanos de 3 m cada anillo, tiene suelo tipo grava (óptimas condiciones), se sigue procedimiento de muros anclados intercalados con banquetas, el proyecto se ubica en Barranco (cerca al parque Armendáriz).
¿Cómo procedería en cuanto maquinaria (Excavadora y volquetes) , métodos de eliminación, tiempo de ejecución por anillo, que botaderos usaría, cómo sería la coordinación, explique su planificación, logística y factores a tomar en cuenta para un óptimo rendimiento.

14. ¿Qué importancia tienen los Botaderos para los contratistas de movimiento de tierras? Existen Formales e informales, méncionelos.

15. De acuerdo a su experiencia laboral con su empresa, llene el siguiente cuadro.

• Experiencia en Proyectos:

N ^o	Descripción / Proyecto	Ubicación	N ^o Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/N ^o Frente (m)	Metodologías (Rampa Directa, Rampa Indirecta, Cuchara Cuchara, Pasamanos, Faja, Balde)	Rendimiento o Promedio (m ³ /día)	Botadero Usado Ubicación

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, San Miguel, Surco y San Isidro

- Información Personal y Experiencia Profesional:

- Experiencia Laboral con proyectos y empresas:

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Fernando Vásquez Navarro
Proyectos / Constructora / Inmobiliaria	1. Edificio Camelias /JE. 2. Sekonda /EXKLUSIV. 3. Sanctum / EXKLUSIV. 4. Grau / INMOBILIARIA PRAXIS. 5. San Fernando /EDIFICA. 6. Torre Forum /C&J. 7. Sky Tower / EDIFICA. 8. Javier Prado / ASB Contratistas. 9. Torre Orquídeas /C&J. 10.Plexus / FG Edificaciones
Dirección	Callao
Empresa	Grupo SuperFish
Experiencia	10 años

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 550 – 2600 m2.**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?	
-	Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
-	Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).
-	Pasamanos con banquetas.
-	Faja transportadora.
-	Balde basculante (Con camión grúa).
-	Anillo 1, 2 y 3 : Rampa Directa e Indirecta
-	Anillo 3 y 4 : Pasamanos con banquetas

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<ul style="list-style-type: none"> - Anillo 5, 6, 7 y 8 : Faja Transportadora - Bolonería : Balde – grúa
<p>2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?</p>
<p>Por la complejidad de cada etapa, a mayor profundidad las condiciones son totalmente distintas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anillo 1, 2 y 3: Rampa Indirecta : Eliminación sencilla, se carga directamente al volquete - Anillo 3 y 4: Pasamanos con banquetas : La excavadora requiere apoyarse en una segunda máquina para alcanzar el material más profundo - Anillo 5, 6, 7 y 8: Faja Transportadora. :Facilita la eliminación en forma eficiente y segura - Bolonería: Balde – grúa. :Todo lo que no sale por la faja transportadora debe eliminarse con este método
<p>3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Los anillos por lo general son de 3.5m, la parte más profunda sería: - Anillos 1, 2 y 3: -10.50 m. - Anillo 4 : -14.00 m. - Anillo 5 : -17.50 m. - Anillos 6, 7 y 8: -28.00 m.
<p>4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Porque no es eficiente; se busca maximizar la productividad al mínimo costo.
<p>5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Importancia empresa Terratest (Anclajes) - Importancia empresa UNICON. - Importancia otras actividades Aceros, encofradores
<p>6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende este rendimiento?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Rampa Directa : 900 m3. - Rampa Indirecta : 800 m3. - Pasamanos con banquetas : 700 m3. - Cuchara Cuchara : 400 m3. - Faja transportadora : 850 m3.

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<ul style="list-style-type: none"> - Los rendimientos dependes de los factores mencionados: horario de trabajo señalado en el permiso municipal, programación de actividades del área de Producción, dimensiones del terreno, disponibilidad de volquetes, operatividad de las excavadoras, destreza de los operadores de excavadora.
<p>7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - El uso de la faja transportadora permite maximizar la producción, con dimensiones adecuadas del terreno y disponibilidad de horario. - En excavaciones profundas mayores a 5 sótanos es ideal el uso de faja transportadora.
<p>8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Hoy se ven fajas transportadoras verticales; en el sector se manejan los métodos tradicionales señalados anteriormente
<p>9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Se emplea la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo, Ley N° 29783 y la Norma G.050 Seguridad durante la Construcción.
<p>10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - La mejor eficiencia se obtiene cuando el trabajo es ininterrumpido, basta que haya frente para colocar la excavadora y el volquete, puede ser en total 15m.
<p>11. ¿Se podría realizar 1 sótano en menos de 1 mes? Qué factores hay que considerar para que sea así?</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Si. Se debe considerar programación de actividades de eliminación, uso exclusivo de la excavadora para esos fines, disponibilidad del frontis en esos días.
<p>12. ¿Qué le recomendaría a empresarios, ingenieros, entre otros para hacer una excavación de 5 y 7 sótanos? Mencione los factores y recomendaciones a tomar en cuenta.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Se recomienda usar faja transportadora. Es más seguro y más eficiente.
<p>13. Si tiene un proyecto con 1100 m2, con un frontis de 30m y largo de 36.6 m, le piden hacer 5 sótanos de 3 m cada anillo, tiene suelo tipo grava (óptimas condiciones), se sigue procedimiento de muros anclados intercalados con banquetas, el proyecto se ubica en Barranco (cerca al parque Armendáriz). ¿Cómo procedería en cuanto maquinaria (Excavadora y volquetes) , métodos de eliminación, tiempo de ejecución por anillo, que botaderos usaría, cómo sería la</p>

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

coordinación, explique su planificación, logística y factores a tomar en cuenta para un óptimo rendimiento.

Se procedería así:

- **Anillo 1, 2 y 3** : Rampa Indirecta. Eliminación sencilla, se carga directamente al volquete.
- **Anillo 3 y 4** : Pasamanos con banquetas. La excavadora requiere apoyarse en una segunda máquina para alcanzar el material más profundo.
- **Anillo 5, 6, 7 y 8:** Faja Transportadora. Facilita la eliminación en forma eficiente y segura
- **Bolonería** : Balde – grúa.
- Los tiempos de ejecución por anillo son 25 días. El botadero a emplear sería el de la Costa Verde.
- Se debe solicitar al Residente programar la eliminación en forma ininterrumpida, día completo, disponiendo para ello del frontis de obra y de la excavadora; no se debe usar la excavadora para otras labores.

14. ¿Qué importancia tienen los Botaderos para los contratistas de movimiento de tierras? Existen Formales e informales, menciónelos.

- Los botaderos representan un porcentaje importante del costo del flete, oscilan entre el 5% y 30% de su valor.
- Se debe hacer corridas de costo – beneficio para determinar el botadero a emplear, eso va en función al número de vueltas, distancia recorrida y el costo del botadero.
- Los botaderos formales son más caros, emiten certificados de disposición de residuos que hoy exigen en las obras de construcción.
- Los botaderos informales son más baratos, están por todos lados.

15. De acuerdo a su experiencia laboral con su empresa, llene el siguiente cuadro.

- Experiencia en Proyectos:

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/ Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)	Botadero Ubicación
1	Edificio Camelias	San Isidro	9	1550	45	DR y RI PS FJ	DR: 900 Total: 850	San Miguel
2	Sekonda	Surco	3	550	16	DR y RI	DR: 600 Total: 450	Surco
3	Sanctum	San Isidro	4	550	19	DR RI PS	DR: 600 Total: 450	San Miguel
4	Grau	Miraflores	3	500	18	DR y RI	DR: 600 Total: 450	San Miguel

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

5	San Fernando	Miraflores	3	500	19	DR y RI	DR: 600 Total: 450	San Miguel
6	Torre Forum	San Isidro	12	1300	35	DR y RI	DR: 900 Total: 800	Callao
7	Sky Tower	Magdalena del Mar	9	1600	25	DR y RI PS FJ	DR: 800 Total: 650	Callao
8	Javier Prado	San Isidro	11	1000	20	DR y RI PS FJ	DR: 700 Total: 600	Callao
9	Torre Orquideas	San Isidro	9	2500	40	DR y RI PS FJ	DR: 900 Total: 800	San Miguel
10	Plexus	San Miguel	7	1300	30	DR y RI PS FJ	DR: 800 Total: 700	San Miguel

- Información Personal y Experiencia Profesional:

- Ing. Fernando Vásquez Navarro.
- Jefe De Operaciones en Brandom SAC.
- Celular : 979351216.
- Mail : fvasquez@superfish.com.pe
- Empresas : Grupo Superfish / Supermaq / Brandom.

- Experiencia Laboral con proyectos y empresas:

OBRAS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS							
ITEM	TIPO DE PROYECTO	NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCTORA	PARTIDAS	AÑO DEL PROYECTO	MONTO PRESUPUESTO (SIN IGV)	CONTACTO DE REFERENCIA
1	OFICINAS	EDIFICIO CAMELIAS	JE	ALQUILER DE FAJA TRANSPORTADORA	2018	S/. 154.600.00	JOSÉ CARLOS VÁSQUEZ
2	MULTIFAMILIAR	SEKONDA	EXKLUSIV	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2018	S/. 200.000.00	CARLOS PAREJA
3	MULTIFAMILIAR	PACHACAMAC	CARLA RISSO	DEMOLICIÓN	2018	S/. 53.406.78	CARLA RISSO
4	MULTIFAMILIAR	28 DE JULIO	LA MURALLA	DEMOLICIÓN	2018	S/. 25.860.34	JORGE MOSCOSO
5	MULTIFAMILIAR	SANCTUM	EXKLUSIV	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2017	S/. 237.288.14	CARLOS PAREJA
6	MULTIFAMILIAR	AURORA	EXKLUSIV	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2017	S/. 163.218.50	CARLOS PAREJA
7	MULTIFAMILIAR	GRAU	INMOBILIARIA PRAXIS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2016	S/. 169.073.45	HÉCTOR VALDIVIA
8	MULTIFAMILIAR	SAN FERNANDO	PRODUKTIVA	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2015	S/. 195.000.00	CÉSAR GUZMÁN
9	OFICINAS	TORRE FORUM	C&J CONTRATISTAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2015	S/. 1.797.723.10	JAIME RODRIGUEZ LARRAÍN
10	MULTIFAMILIAR	SKY TOWER	PRODUKTIVA	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2014	S/. 1.365.000.00	CÉSAR GUZMÁN
11	OFICINAS	JAVIER PRADO	ASB CONTRATISTAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2014	S/. 881.355.93	AMANCIO SOBRADOS
12	OFICINAS	TORRE ORQUIDEAS	C&J CONTRATISTAS	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2013	S/. 1.607.619.84	JAIME RODRIGUEZ LARRAÍN
13	MULTIFAMILIAR	CASUARINAS	JADER KAHAT	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2013	S/. 460.000.00	JADER KAHAT
14	OFICINAS	PLEXUS	FG EDIFICACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2013	S/. 752.373.57	ALEJANDRO CABRERA
15	MULTIFAMILIAR	SYMPHONY	FG EDIFICACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2013	S/. 147.640.91	ALEJANDRO CABRERA
16	MULTIFAMILIAR	UPPER PARDO	EDIFICA CONSTRUCTORES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2013	S/. 768.108.97	CÉSAR GUZMÁN
17	MULTIFAMILIAR	POSEIDÓN	ICC CONTRATISTAS	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2012	S/. 97.500.00	IGNACIO CAMPOS
18	MULTIFAMILIAR	PUESTA DE SOL	EDIFICA CONSTRUCTORES	MOVIMIENTO DE TIERRAS	2012	S/. 123.000.00	CÉSAR GUZMÁN
19	MULTIFAMILIAR	LA DALMACIA	EDIFICA CONSTRUCTORES	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2012	S/. 320.000.00	CÉSAR GUZMÁN
20	MULTIFAMILIAR	PUNTA HERMOSA	TECOM CONTRATISTAS	DEMOLICIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	2011	S/. 54.955.00	GINO MICHILOT

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Martín David Cáceda Guaylupo
Proyectos / Constructora / Inmobiliaria	1. Concepto Move / Inmobiliaria Imagina. 2. Concepto Smart / Inmobiliaria Imagina 3. Concepto Pacífico / Inmobiliaria Imagina 4. Alto Venezuela / Inmobiliaria Imagina. 5. Alto Colonial / Inmobiliaria Imagina. 6. Torre Arezzo / Inmobiliaria Urbana
Dirección	Callao
Empresa	Grupo Caceda / DC Demoliciones / MDC Demoliciones
Experiencia	10 años

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 500 – 3000 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes llenados Dentro de Obra, sin Rampa.

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan, pero usan rampa y luego ya no ingresan y se queda en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o anillo?

- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
- Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa ojo).
- Pasamanos con banquetas.
- Cuchara Cuchara.
- Faja transportadora.
- Balde basculante (Con camión grúa).

- **Anillo 1 y 2** : Directo e Indirecto con rampa.
- **Anillo 3, 4 y 5** : Pasamanos con banquetas, ya se usa 2 excavadoras.
- **Bolonería** : Grúa Balde

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Por el tiempo y dinero, en los dos primeros dependiendo el área, por ejemplo, para 1000 m², suficiente una excavadora con buena capacidad para los 2 primeros anillos con rampa y los demás si con 2 excavadoras por la profundidad que se incrementa y que los volquetes no puedo ingresar por la gran pendiente.

- **Anillo 1, 2 y 3:**
Rampa Directa e Indirecta:
1 excavadora con flota de volquetes
- **Anillo 3, 4 y 5:**
Pasamanos con banquetas :
Faja Transportadora : Pero no aplicamos, costo alquiler caro, tiene que ser propio para usar la metodología.
(1, 2 o 3 excavadoras dependiendo el área con la flota de volquetes)
- **Bolonería después de 4to anillo :**
Balde – grúa, rinde 400 m³ diarios con baldes de 4 m³ de capacidad, solo para material restante, tiene elevado costo

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

Los anillos por lo general son de 3.00 m, por anillo las profundidades serían:

- **Anillos 1 y 2 :** - 6.00 m
- **Anillos 3 y 4 :** - 12.00 m
- **Anillo 5 :** - 15.00 m a un poco más.

Además, se podría clasificar de la siguiente manera.

- **0 – 9.00 m :** 1 excavadora con la flota volquete (Directo, Rampa, pasamanos con banquetas).
- **9.00 m – 15.00 m :** 1, 2 o 3 excavadoras con la flota de volquetes (Pasamanos con banquetas, faja y restante bolonería con grúa móvil).
- **15.00 m - 30.00 m :** 2 o 3 excavadoras (Faja transportadora).

4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?

- En los dos primeros anillos, el camión volquete no se exige tanto para acceder adentro de la obra, incluso contando con la rampa, ya que posee pendiente inferior a su límite técnico, en el tercer anillo, ya comienza a exigirse cuando se incrementa la profundidad a 9 m, peor aún si el largo o fondo del terreno es corto, por ello, el cambio de metodología de pasamanos con 2 excavadoras o más de acuerdo al área, además, también por el brazo de la excavadora, la cual no alcanza para abastecer de material al volquete por la profundidad y distancia de uno con el otro, además de evitar muchos movimientos (desplazamientos de la excavadora). Para el material restante o bolonerías, sería ideal eliminar con la metodología de grúa móvil con balde.

5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<ul style="list-style-type: none"> - Baja ritmo del llenado del volquete con presencia de rampa por el poco frente de trabajo o acceso a rampa de 4.00 – 4.50 m, donde ingresa con rampa 1 solo volquete, en la eliminación directa no sucede ello. - La exigencia del área de seguridad en cuanto a llenado de volquetes, acceso a rampa, movimientos de excavadora, ubicación volquetes y que se agudiza y exige más cuando la excavación y eliminación es a mayor profundidad. - más profundidad es mayor (Bajas 3er, 4to anillo a más): - No dar prioridad a excavación en la semana definida o días programados, actividades paralelas que ocupan frente de trabajo con camiones tipo tráiler que dejan acero, mixers y bomba para vaciar, mala coordinación. - Excavadora con poca capacidad de cuchara y volquetes con poca capacidad. - Botadero lejano a la obra. - Eventualidades con las excavadoras o volquetes que se malogren. - La profundidad, hace que se cambie de metodología de eliminación, por lo tanto la planificación cambia y las condiciones de trabajo también. - El tipo de suelo, si es muy cohesivo, se pega a la cuchara. - 	
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende este rendimiento?	
<ul style="list-style-type: none"> - Directa : 600 m3 terrenos de 700 – 1200 m2. - Rampa Indirecta : 550 m3 terrenos de 700 – 1200 m2. - Pasamanos con banquetas : 500 – 550 m terrenos de 700 – 1200 m2. - Cuchara Cuchara : No usamos. - Faja transportadora : No usamos, pero bordea en sus 400 – 450 m3 diarios. 	
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?	
<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación Directa: ingresan más volquetes, luego ingresa solo 1 por la rampa que tiene de ancho 4.00 – 4.50 m normalmente para un frontis de 15 m a más y se queda en pendiente y los otros hacen cola, también porque el corte es virgen se reconoce el material inicial, más sencillo y porque la prioridad en la primera semana es la excavación masiva. 	
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?	
<ul style="list-style-type: none"> - Ascensores. - Cargador frontal (No aplicado para cortes y eliminación masiva, pero si contribuye, para la eliminación de material suelto) - Faja transportadora en “Zig Zag” o vertical. 	
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?	
<ul style="list-style-type: none"> - La Ley de Seguridad y Salud en el trabajo, Ley N° 29783 y la Norma G.050 Seguridad durante la Construcción. 	

**Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en
Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana**

10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
- Mínimo 20 m, 2 frentes por la presencia de otras actividades paralelas,
11. ¿Se podría realizar 1 sótano en menos de 1 mes? Qué factores hay que considerar para que sea así?
- Excavadoras grandes, pocas interferencias con la excavadoras en otras actividades, entre otros.
12. ¿Qué le recomendaría a empresarios, ingenieros, entre otros para hacer una excavación de 5 y 7 sótanos? Mencione los factores y recomendaciones a tomar en cuenta.
- Planificación y coordinación con proveedoras y contratistas (Prioridad al de movimiento de tierras para liberar espacios)
13. Si tiene un proyecto con 1100 m ² , con un frontis de 30m y largo de 36.6 m, le piden hacer 5 sótanos de 3 m cada anillo, tiene suelo tipo grava (óptimas condiciones), se sigue procedimiento de muros anclados intercalados con banquetas, el proyecto se ubica en Barranco (cerca al parque Armendáriz). ¿Cómo procedería en cuanto maquinaria (Excavadora y volquetes) , métodos de eliminación, tiempo de ejecución por anillo, que botaderos usaría, cómo sería la coordinación, explique su planificación, logística y factores a tomar en cuenta para un óptimo rendimiento.
14. ¿Qué importancia tienen los Botaderos para los contratistas de movimiento de tierras? Existen Formales e informales, méncionelos.
15. De acuerdo a su experiencia laboral con su empresa, llene el siguiente cuadro.

• Experiencia en Proyectos:

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/ Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m ³)	Botadero Ubicación
1	Concepto Move	Surquillo	5	40 x 30	30 y 40 / 3	DR RI PS	DR: 600 Total: 460	Playa San Miguel / Villa El Salvador
2	Concepto Smart	Surquillo	5	30 x 40	30 / 1	DR RI PS	DR: 600 Total: 480	Playa San Miguel / Villa El Salvador

**Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en
Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana**

3	Concepto Pacific	San Miguel	3	30 x 130	30 / 2	DR RI	DR: 650 Total: 480	San Miguel
4	Alto Venezuela	San Miguel	1 y medio	180 x 100	180 / 1	DR	DR: 1000 Total: 900	San Miguel
5	Alto Colonial	Cercado de Lima	1	110 x 181	110 / 1	DR	DR: 1000 Total: 900	San Miguel
6	Torre Arezzo	Magdalena	5	20 x 25	20 / 1	DR RI PS	DR: 600 Total: 450	Callao

• Información Personal y Experiencia Profesional:

- Martín David Cáceda Guaylupo
- Gerente General de Grupo Caceda / DC Demoliciones.
- Celular : 955360613.
- Mail : mdcaceda@hotmail.com.
- Empresas : Grupo Caceda / DC Demoliciones / MDC Demoliciones.

• Experiencia Laboral con proyectos y empresas:

pág. 197

MDC DEMOLICIONES S.A.C.
Gricelda Guaylupo Hidalgo
Gerente General

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Jorge Saúl Huarcaya Huamani
Proyectos / Constructora / Inmobiliaria	1. Edificio Zentía / ESPARQ. 2. Edificio Zentro / ESPARQ. 3. Edificio Mendiburu / ESPARQ. 4. Edificio Villa Capri / ORION GROUP. 5. Edificio Connect / EDIFICA. 6. Edificio Arista / INMGENIO. 7. Edificio de Nichos / CONSORCIO PUENTE PIEDRA 8. Edificio Rebel / INMGENIO 9. Cementerio Puente Piedra / CONSORCIO PUENTE PIEDRA. 10. Edificio Connect I y II Barranco / EDIFICA 11. Edificio El Sol / CAMURB 12. Edificio Carzou / INMGENIO.
Dirección	Los Zootécnicos 152 Dep. 201 – La Molina – Lima – Perú.
Empresa	Grupo TYCH (Movimiento de Tierras)
Experiencia	10 Años

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 – 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes llenados Dentro de Obra, sin Rampa.

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan, pero usan rampa y luego ya no ingresan y se queda en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o anillo?
- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
- Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa ojo).
- Pasamanos con banquetas.
- Cuchara Cuchara.
- Faja transportadora.
- Balde basculante (Con camión grúa).

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<ul style="list-style-type: none"> - Anillo 1 y 2 : Directo y Rampa Indirecta. - Anillo 3, 4 y 5 : Pasamanos con banquetas. - Anillo 5, 6 y 7 : Grúa Móvil con Balde Basculante / Faja Transportadora - Bolonería : Grúa Móvil <p>Consideración:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excavadora sobre Orugas y volquetes para los 2 primeros sótanos. - Excavadora sobre ruedas a nivel cero y excavadora sobre oruga al nivel más bajo. - Por ejemplo, en el proyecto Zentia se usó 1 excavadora en la parte más baja perteneciente al sótano 4 que abastecía a la grúa móvil con balde basculante ubicado en la parte superficial.
<p>2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?</p> <p>Para ahorrar tiempo de entrada y salida de los camiones, evitar posibles atoramientos en la rampa, para el 1er, 2do y cierta parte del tercer anillo. Los equipos usados fueron los permitidos para el área de 450 m² que tenía “Zentia”. En lo particular, en Zentia se hizo un cambio, se pasó del sistema de 2 excavadoras a 1 excavadora tipo oruga con 1 grúa móvil con balde, debido a que el primer sistema era más caro e ineficiente, lo cual fue comprobado en campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directo / Indirecto con Rampa: se carga directamente al volquete. - Pasamanos con Banquetas: la excavadora superior carga volquetes de manera continua mientras que la excavadora inferior alimenta la banqueta para que el flujo sea constante. - Balde basculante: nos permite una producción de 800 m³ diarios
<p>3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?</p> <p>Los anillos por lo general son de 3.50 m, la parte más profunda sería:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anillos 1, 2 y 3: -10.50 m. - Anillo 4 : -14.00 m. <p>En nuestro caso no se han hecho excavaciones con profundidades mayores, por lo que no solemos usar fajas transportadoras.</p>
<p>4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?</p> <ul style="list-style-type: none"> - No es posible realizar rampas directas para profundidades mayores. El pasamanos con banqueta garantiza continuidad en el carguío de volquetes.
<p>5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Principalmente: la extensión del terreno, los frentes disponibles y la profundidad. - TODAS LAS METODOLOGÍAS: El ingreso de otros materiales como acero y concreto, a veces obliga a paralizar el flujo de camiones cuando la obra tiene un solo acceso de carga y descarga. Cantidad suficiente de camiones para la capacidad

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<p>instalada. Lejanía de botaderos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - - RAMPA INDIRECTA: La destreza del operador, la dificultad para estacionar a los camiones. - - PASAMANOS CON BANQUETA: Las dimensiones del terreno, la profundidad, las capacidades de carga de ambas máquinas. Espacio disponible para cargar en la vía pública. - - BALDE BASCULANTE: Horario disponible, destreza del operador, de grúa, espacio disponible para cargar, la maquina exclusiva para el carguío y no alternar con otras actividades. -
<p>6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende este rendimiento?</p> <p>Con 1 excavadora: 850 m3 (Depende de las interferencias) → Uso de excavadora en otras tareas o la falta de flujo de volquetes. Con 2 excavadoras: 400 – 800 m3 (Depende de las interferencias)</p> <p>→ Uso de excavadora en otras tareas o la falta de flujo de volquetes → De la configuración de la banqueta superior en la que la excavadora superior recoge el material (Si el material es abundante, la productividad no baja, pero el costo siempre es superior) → La pericia de los operadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Directo / Rampa : 850 m3. - Rampa Indirecta : 750 m3. - Pasamanos con banquetas : 600 m3.(Picos de 850 m3) Para obras de 700 – 1200 m2 - Faja Transportadora : No usamos, pero bordea en sus 400 – 450 m3 diarios. - Balde Basculante : 400 m3/día con balde de 4 m3..
<p>7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?</p> <ul style="list-style-type: none"> - La directa con una excavadora, pues no hay interferencias y es más económica que con el paso de 2 excavadoras, considerar que el uso de máquinas grandes aumenta la eficiencia notablemente. Además, cada metodología tiene su propio rendimiento característico, el cual se relaciona con la profundidad. -
<p>8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fajas verticales. Uso de drones para levantamiento topográfico y un mejor cálculo en banco.
<p>9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?</p>

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

- Se emplea la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo, Ley N° 29783 y la Norma G.050 Seguridad durante la Construcción.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
- No existe un área ideal, la casuística genera una solución óptima por cada situación que se presenta, pero puede considerarse por lo menos 20 m.
11. ¿Se podría realizar 1 sótano en menos de 1 mes? Qué factores hay que considerar para que sea así?
- Usualmente no es posible, depende mucho del método de contención del terreno.
12. ¿Qué le recomendaría a empresarios, ingenieros, entre otros para hacer una excavación de 5 y 7 sótanos? Mencione los factores y recomendaciones a tomar en cuenta.
- Recomendaría la implementación de tecnologías usadas en otros países como las fajas verticales.
13. Si tiene un proyecto con 1100 m², con un frontis de 30m y largo de 36.6 m, le piden hacer 5 sótanos de 3 m cada anillo, tiene suelo tipo grava (óptimas condiciones), se sigue procedimiento de muros anclados intercalados con banquetas, el proyecto se ubica en Barranco (cerca al parque Armendáriz). ¿Cómo procedería en cuanto maquinaria (Excavadora y volquetes) , métodos de eliminación, tiempo de ejecución por anillo, que botaderos usaría, cómo sería la coordinación, explique su planificación, logística y factores a tomar en cuenta para un óptimo rendimiento.
<p>PROCEDIMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anillo 1, 2 y 3: Rampa Indirecta. Eliminación sencilla, se carga directamente al volquete. - Anillo 4 y 5 (parcial): Pasamanos con banquetas. La excavadora requiere apoyarse en una segunda máquina para alcanzar el material más profundo. - Remanentes: balde basculante. - Los tiempos de ejecución por anillo son 25 días. - Botadero ADEIC (Costa Verde). <p>OTRAS CONSIDERACIONES</p> <ul style="list-style-type: none"> - La eliminación debe ser durante todo el día - Las otras actividades de la excavadora deben ser programadas en días en que no haya eliminación o debe considerar la intervención de una tercera. - No interrupciones por ingreso de materiales.
14. ¿Qué importancia tienen los Botaderos para los contratistas de movimiento de tierras? Existen Formales e informales, méncionelos.
- Existen muy pocos botaderos formales, hoy en día el mercado exige que todas las eliminaciones sean en botaderos formales, por lo cual es importante que hayan más de estos, así se incrementa la oferta y podemos ofrecer precios más competitivos al cliente final.

**Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en
Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana**

15. De acuerdo a su experiencia laboral con su empresa, llene el siguiente cuadro.

- Experiencia en Proyectos:

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/ Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)	Botadero Ubicación
1	Edificio Zentia	Pueblo Libre	4	450	20 / 1	DR RI PS	DR:550 Total:530	Adeic San Miguel
2	Edificio Zentro	Jesus María	5	950	35 / 1	DR RI PS	DR:600 Total:550	Adeic San Miguel
3	Edificio Mendiburu	Miraflores	3	1250	25 / 1	DR RI PS	DR:615 Total:570	Adeic San Miguel
4	Edificio Villa Capri	Jesus Maria	4	550	25 / 1	DR RI PS	DR:600 Total:450	Adeic San Miguel
5	Edificio Connect	Barranco	7	1050	25 / 1	Balde con grúa	Total:400	Adeic San Miguel
6	Edificio Arista	San Borja	3	850	40 / 1	DR RI PS	DR:800 Total:600	Cieneguilla
7	Edificio de Nichos	Puente Piedra	3	850	30 / 1	DR RI	DR:750 Total:600	Carabayllo
8	Edificio Rebel	San Borja	4	1050	30 / 1	DR RI PS	DR:800 Total:600	Cieneguilla

- Información Personal y Experiencia Profesional:

- Ing. Jorge Saúl Huarcaya (PUCP).
- Gerente General de Grupo Tych
- Celular : 993 495 582.
- Mail : jhuarcaya@tychperu.com
- Empresa : Grupo Tych.

JORGE SAÚL
HUARCAYA HUAMANÍ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 164057

- Experiencia Laboral con proyectos y empresas:

**Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en
Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana**

TYCH
Movimiento de Tierras

RAZÓN SOCIAL

RUC

ACTIVIDAD

FECHA

: TRANSPORTES Y CONSTRUCCIONES HUARCAYA E.I.R.L.

: 20503861601

: MOVIMIENTO DE TIERRAS, OBRAS PRIVADAS Y PÚBLICAS.

: 23/05/2019

PRINCIPALES OBRAS EJECUTADAS

ITEM	TIPO DE PROYECTO	NOMBRE DEL PROYECTO	CONSTRUCTORA	PARTIDAS	AÑO DEL PROYECTO	MONTO DE PRESUPUESTO	CONTACTO DE REFERENCIA
01.00	MULTIFAMILIAR	REBEL	INMIGEN PROYECTOS S.A.C.	OBRA: "MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA EN CALLE JOSE MARIA SEPT Nº 172, DISTRITO DE SAN BORJA - LIMA - LIMA".	2019	S/ 329,299.49	ING. PEDRO ALBUJAR
02.00	CEMENTERO	NICHOS DE PTE PIEDRA	ESPARQ CIESA	OBRA: "MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACION Y ELIMINACION MASIVA, EN AV. LAS VEGAS REF. OVALO DE PTE PIEDRA, PUENTE PIEDRA - LIMA - LIMA".	2019	S/ 91,128.00	ELMER CALDERON S.
03.00	MULTIFAMILIAR	PROJECT CONNECT II	EDIFICA CONSTRUCTORES S.A.C.	OBRA CONT. Nº 008-2018/F2 "EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROJECT CONNECT MOVIMIENTOS DE TIERRAS DE ZAPATAS, OSTENIA Y CUARTO DE BOMBA CON BALDE, AV. ALMIRANTE MIGUEL GRAU Nº 1350, BARBANKO - LIMA - LIMA".	2018	S/ 99,521.22	ING. JUAN CARLOS LLANOS
04.00	MULTIFAMILIAR	PROJECT CONNECT I	EDIFICA CONSTRUCTORES S.A.C.	OBRA: CONT. Nº 001-2018 "EDIFICIO MULTIFAMILIAR PROJECT CONNECT I EXCAVACION Y ELIMINACION DE MATERIAL CON BALDE, AV. ALMIRANTE MIGUEL GRAU Nº 1450, BARBANKO - LIMA - LIMA".	2018	S/ 105,788.18	ING. JUAN CARLOS LLANOS
05.00	MULTIFAMILIAR	CARZOU	INMIGEN PROYECTOS S.A.C.	OBRA: EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARZOU, OC Nº 150-001 "MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ALQUILER DE EQUIPO EN CALLE JOSE MARIA SEPT Nº 210, DISTRITO DE SAN BORJA - LIMA - LIMA".	2018	S/ 167,711.50	ING. PEDRO ALBUJAR
06.00	MULTIFAMILIAR	ZENTIA	ESPARQ CIESA	OBRA: "MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACION MASIVA, DEMOLICION, ENTRE OTROS SERVICIOS EN AV. CORAMANO RUIZ ANTONIO Nº 1855 - 1851 BUENOS AIRES - LIMA - LIMA".	2017	S/ 210,583.37	ELMER CALDERON S.
07.00	MULTIFAMILIAR	ZENTRO	ESPARQ CIESA	OBRA: "MOVIMIENTO DE TIERRAS: EXCAVACION MASIVA, DEMOLICION, ENTRE OTROS SERVICIOS EN AV. ZHIBANUA MONTE DE DE LA MARIA - LIMA - LIMA".	2017	S/ 262,535.00	ELMER CALDERON S.
08.00	MULTIFAMILIAR	EL SOL	CANIMURB S.A.C.	OBRA: EXCAVACION DE TERRENO PARA SEMISOTANO: EDIFICIO EL SOL	2015	S/ 102,070.30	

TOTAL

S/ 1,368,637.06

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	David Núñez Machuca (Ing. Producción – Jefe De Campo)
Proyecto	STELAR
Dirección	Av. Grau 1422 – 1434, Barranco, Lima, Lima.
Propietario	Construye: “EDIFICA” Comercializa: “EDIFICA” Financia: “BCP”
Pisos	20
Sótanos	5

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m2.**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
<ul style="list-style-type: none">- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).- Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).- Pasamanos con banquetas.- Faja transportadora.- Balde basculante (Con camión grúa).
Excavación con Rampa 2 sótanos, 1 sótano con pasamanos con banquetas y uso de faja transportadora, el sostenimiento de terrenos colindantes con (Muros pantalla anclados)
2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?
Método más seguro y usado en las diferentes obras de la empresa.
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

<p>2 Sótanos: Directo y con Rampa al nivel – 7.50 m aproximadamente. 3 Sótano: Pasamanos con Banqueta – 10.50 m aproximadamente 4 y 5 Sótanos: Faja transportadora – 16.50 m aproximadamente.</p>	
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?	<p>Porque la faja solo se puede instalar a partir del tercer anillo.</p>
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?	<p>Afecta el tema de tiempo, el solo uso de una metodología. Factor restricción horaria por permiso municipal (9:00 a.m. – 12:00 p.m.) y (12:00 p.m. – 5:00 p.m.)</p>
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?	<p>Depende de la rotación de los volquetes</p> <p>Rampa 650 m³/día Pasamanos con Banquetas 800 m³/día (8 horas). Faja Transportadora 600 m³/día.</p>
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?	<p>Para este proyecto el uso de faja resulto más efectivo por los espacios y el uso de un solo frontis.</p>
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?	<p>Estabilidad de suelos → Proyectista</p>
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?	<p>G-050 Seguridad Durante la construcción</p>
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?	<p>Tener más de un frontis (Preferible en esquina) -- > 30 m</p>

• **Experiencia en Proyectos:**

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)
1	Spazio República	Santiago De Surco	2	2029	20.00 / 1	DR RI	RD: 600 TOTAL: 580
2	Stelar	Barranco	5	1200	30.00 / 1	DR RI PS FJ	RD: 620 TOTAL: 548
3	Torre Mayor	San Isidro	4	1200	16.00 / 1	DR RI PS	RD: 580 TOTAL: 520

• **Información Personal:**

- **Ing. David Núñez Machuca.** (Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas)
- **CIP:** 180031.
- **Ingeniero de Campo:** Edificio Multifamiliar “STELAR”.
- **Teléf.:** 959 191 138.
- **E-mail:** davad1@hotmail.com
- **Empresa:** PRODUKTIVA Constructora.
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/david-n%C3%BA%C3%B1ez-machuca-80624343/>

• **Experiencia profesional:**

- Estelar (Edifica)

http://urbania.pe/ficha-proyecto/proyecto-stelar-lima-barranco-edifica-2911?gclid=CjwKCAjw9O3NBRB3EiwAK6wPT4n-6x_ZY7FAtFg-pEkHL7QdNcPQ-4GZyI_L2WazfehuydyatoF2QhoCW6gQAvD_BwE

- Spazio Republica.
- Torre Mayor.

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Juan Diego Guio Sivipaucar
Proyectos/Constructora /Inmobiliaria con los que trabajó	1. Iberostar (GyM) 2. Hotel Ibis Novatel (Grupo T&C) 3. Hotel Casa Andina (Inarco) 4. Proyecto Optimo (Fase Dos)
Dirección	Av. las Gaviotas Mza. u Lote. 18b
Empresa	ARPE Contratistas Generales S.A.C.
Experiencia	1 Año

Consideraciones:

- **Proyectos Edificaciones Multifamiliares y de Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 – 1200 m³**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes llenados Dentro de Obra, sin Rampa.

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan, pero usan rampa y luego ya no ingresan y se queda en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa ojo).
Pasamanos con banquetas.
Cuchara Cuchara.
Faja transportadora.
Balde basculante (Con camión grúa).

Para los dos primeros anillos, ya sea un proyecto pequeño, mediano o grande, se utiliza la rampa directa, ya en el tercero rampa indirecta, para los siguientes de acuerdo a la disposición del proyecto se puede realizar mediante pasamanos con banquetas, cuchara a cuchara y para los últimos anillos, ya sea 5to adelante, el uso de faja transportadora, ya para material de excavaciones localizadas, se utiliza el método del pasamanos.

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?
Bueno es parte de la experiencia y el conocimiento de estas, además cada tipo de metodología ayuda mucho al área, al terreno y comodidad para los trabajos de eliminación masiva, así como los trabajos que realiza casa en paralelo.
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología?
La profundidad que se ha considerado para cada metodología y anillo es de 3 a 4.5 metros, siendo 4.5 el ultimo anillo mayormente.
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología?
Porque cada proceso de las metodologías presenta restricciones que no apoyarían en la ejecución de la construcción de los sótanos, siendo uno de los factores principales la profundidad y área del terreno
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?
Los factores principales que afectan las excavaciones mayormente es la mala coordinación con respecto a la eliminación y trabajos que se deben realizar a la par. Otro factor que afecta para cada metodología es la profundidad y la habilitación del terreno para la eficiencia en las excavaciones profundas.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología? ¿De qué depende este rendimiento?
Como rendimiento máximo realizado fue de 800 m ³ aprox, que mayormente es en la conformación de mapa directa y en lo que es pasamanos de banquetas se llega a un rendimiento de 500 m ³ aprox, mientras más profundo es la excavación el rendimiento diario va a tender a disminuir.
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?
La metodología que me permitió elaborar con mayor rapidez la excavación es la conformación de rampa directa, ya que es una eliminación masiva de punto de acarreo a eliminación de material directamente.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?
Por el momento no se tiene información adicional sobre estas metodologías, solo hay tesis y algunas publicaciones que hablan y detallan sobre el proceso de excavaciones masivas, además de cursos de diplomados y especialización.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?
La verdad que no, algunas normas y propuestas se realizan en base a normativas de carreteras y de seguridad, pero específicamente a excavaciones profundas no.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?

<p>Dos frentes, de las que uno sea exclusivamente para eliminación de material y la otra como acceso peatonal e ingreso de material. El área más ideal sería de proyectos medianos y grandes.</p>	
<p>11. ¿Se podría realizar 1 sótano en menos de 1 mes? ¿Qué factores hay que considerar para que sea así?</p>	<p>Si se podría realizar, los factores que hay que considerar, son el área, la zona de eliminación del material ya sea interno o externo que no presenten ninguna instalación subterránea o área para una eliminación externa. Y una buena programación, mayormente la mala ejecución de lo programado también influye demasiado que retrasa la obra y horas maquinas perdidas.</p>
<p>12. ¿Qué le recomendaría a empresarios, ingenieros, entre otros para hacer una excavación de 5 y 7 sótanos? Mencione los factores y recomendaciones a tomar en cuenta.</p>	<p>Pues que usen nuevas metodologías y maquinarias que son utilizadas en otros países. Además de realizar una buena programación que no interfiera con la excavación masiva para la construcción de los sótanos y obviamente dar todas las condiciones para evitar inconvenientes y demoras.</p>
<p>13. Si tiene un proyecto con 1100 m², con un frontis de 30m y largo de 36.6 m, le piden hacer 5 sótanos de 3 m cada anillo, tiene suelo tipo grava (óptimas condiciones), se sigue procedimiento de muros anclados intercalados con banquetas, el proyecto se ubica en Barranco (cerca al parque Armendáriz). ¿Cómo procedería en cuanto maquinaria (Excavadora y volquetes) , métodos de eliminación, tiempo de ejecución por anillo, que botaderos usaría, cómo sería la coordinación, explique su planificación, logística y factores a tomar en cuenta para un óptimo rendimiento.</p>	<p>Bueno en primer lugar usaría una excavadora de 32 tn a más, para la excavación masiva con una excavadora en los 3 primeros anillos y mediante la rampa directa e indirecta. Para el cuarto y quinto anillo usaría el uso de eliminación con pasamanos por banquetas o faja transportadora con una excavadora más de menor capacidad, para que uno se dedique acopiar material y el otro que se dedique en abastecer la faja transportadora. El tiempo de ejecución por anillo sería 2 paños diarios, se usaría el botadero de ADEIC que se encuentra en San Miguel o un botadero al sur de Lima. La eliminación se desarrollaría todo el día, además, las otras actividades no se realizarían en paralelo con la eliminación, si es que se requiere de la excavadora y ninguna interrupción por descarga de material.</p>
<p>14. ¿Qué importancia tienen los Botaderos para los contratistas de movimiento de tierras? Existen Formales e informales, méncionelos.</p>	<p>Existen pocos botaderos formales, las que tengo conocimiento son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ADEIC (San Miguel) • Escalibur (Villa el Salvador)

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

- Antena (Villa el Salvador)
- San Martín (Ate)

Si existieran más botaderos formales se tendría mayor oferta y mercado para que se realice un presupuesto convincente al cliente.

15. De acuerdo a su experiencia laboral con su empresa, llene el siguiente cuadro.

• Experiencia en Proyectos:

N°	Descripción / Proyecto	Ubicación	N° Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/N° Frente (m)	Metodologías (Rampa Directa, Rampa Indirecta, Cuchara Cuchara, Pasamanos, Faja, Balde)	Rendimiento Promedio (m ³ /día)	Botadero Usado Ubicación
	Iberostar	Miraflores	6	1010 m ²	32 m	Rampa Directa, Rampa Indirecta, Pasamanos y Faja	800 m ³	ADEIC (San Miguel) y San Martín (ATE)
	Hotel Ibis Novatel	Santiago de Surco	3	850 m ²	60 m	Rampa directa,	700 m ³	San Martín (ATE), Escalibur y Antena (Villa el Salvador)
	Casa Andina	Miraflores	3	750 m ²	22 m	Rampa directa, Rampa Indirecta, Pasamanos, Cuchara a Cuchara y Balde	500 m ³	ADEIC (San Miguel)
	Optimo	Barranco	3	638 m ²	29 m	Rampa directa, Rampa Indirecta, Pasamanos, Cuchara a Cuchara	500 m ³	ADEIC (San Miguel) y Escalibur (Villa el Salvador)

- Información Personal:
Nombre: Juan Diego Guio Sivipaucar
Cargo: Supervisor de Obra
Celular: 983262605
Mail: jdiego.guio@gmail.com
Empresa: ARPE Contratistas Generales S.A.C.
- Experiencia Laboral con proyectos y empresas:
 1. Iberostar (GyM)
 2. Hotel Ibis Novatel (Grupo T&C)
 3. Hotel Casa Andina (Inarco)
 4. Proyecto Optimo (Fase Dos)

Los 4 como supervisores de obra.

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Juan Carlos Tantalean Rodrigo (Ing. Residente)
Proyecto	ZENTIA
Dirección	Av. Manuel Cipriano Dulando (Ex Av. La Mar) 1385, Pueblo Libre, Lima.
Propietario	Construye: EUREKA Comercializa: Inmobiliaria “EUREKA” Financia: “BCP”
Pisos	20
Sótanos	4

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

<p>1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?</p> <ul style="list-style-type: none">- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).- Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).- Pasamanos con banquetas.- Faja transportadora.- Balde basculante (Con camión grúa).
<ul style="list-style-type: none">• Muros pantalla.• Para la Eliminación:<ul style="list-style-type: none">- Excavadora oruga hasta 9m.- Excavadora oruga, excavadora con llantas con banquetas y volquete.- Excavadora oruga, grúa con balde y volquete.
<p>2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?</p>

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Por el espacio.
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?
16 m sobre el nivel Piso terminado.
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?
Espacio.
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?
Espacio.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?
Aproximadamente 25 viajes por día de eliminación.
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?
Directo (Excavadora – Volquete), espacio y menos horas muertas.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?
Fajas.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?
No, nuestro reglamento no está actualizado, nos basamos en nuestra experiencia.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
Áreas más grandes (forma rectangular), frontis mayores 40m.

• **Experiencia en Proyectos:**

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)
1	Zentia	Pueblo Libre	4	519.14	20.35 / 1	DR RI PS GB	DR: 550 TOTAL: 500
2	Las Quintanas	Trujillo	3 y un semisótano	2420	60.50 / 2 (Esquina)	DR RI	DR: 800 TOTAL: 550
3	Sipan I	Surco	1	2000	100 / 1	DR	DR: 800 TOTAL: 800
4	Costa del Sol	Salaverry y San Isidro	5	1200	40 / 1	DR RI PS GB	DR: 700 TOTAL: 550
5	Mega Plaza Independencia	Los Olivos	4	100000	100 / 1	DR RI PS	DR: 800 TOTAL: 550

• **Información Personal:**

- **Ing. Juan Carlos Tantalean Rodrigo** (Universidad Privada Antenor Orrego)
- CIP: 129198.
- **Ingeniero Residente:** Edificio Multifamiliar "ZENTIA".
- **Teléf.:** 949 948 430.
- **E-mail:** juan.tantalean@esparq.com
- **Empresa:** ESPARQ.
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/juan-carlos-tantalean-rodrigo-89916531/>

• **Experiencia profesional:**

- <http://urbania.pe/ficha-proyecto/proyecto-zentia-condominio-iniciamos-obra-lima-pueblo-libre-inmobiliaria-eureka-2876>
- Las quintanas
<http://laindustria.pe/detallenoticias.php?codarticulo=8901>

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	José Luis Guerrero Narbajo (Ing. Residente)
Proyecto	ALTOVERDE
Dirección	Av. Sucre 339, Pueblo Libre, Lima.
Propietario	Construye: Constructora e inmobiliaria "CREATIVA". Comercializa: Constructora e inmobiliaria "CREATIVA". Financia: "INTERBANK".
Pisos	20
Sótanos	4

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas "Lima Metropolitana".**
- **Áreas confinadas de 788 - 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o anillo?
 - Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
 - Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).
 - Pasamanos con banquetas.
 - Faja transportadora.
 - Balde basculante (Con camión grúa).

Excavación con Máquina excavadora de ruedas hasta el segundo sótano, en el tercer y cuarto se realizará con 2 máquinas excavadoras.

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Decisión de oficina, se presentará una opción para usar faja transportadora.

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

**Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en
Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana**

Primer tramo 6.00 m (1 excavadora) Segundo Tramo 7.00 m (2 excavadoras)
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?
Porque a partir del 3er sótano el rendimiento ya no es el mismo, la excavadora tiene problemas de desplazarse (Maquina enllantada)
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?
El problema principal es la excavadora con respecto al desplazamiento que esta tiene, se ve afectado por ello es más recomendable cambiar a más profundidad.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?
Para un terreno de 800 m ² Directo: 600 m ³ Indirecto con Rampa: 550 m ³ Pasamanos con Banquetas: 500 m ³
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?
Hasta el 2do sótano con la excavadora el movimiento es más fluido.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?
En la experiencia propia.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?
Se basa en la experiencia de 4 proyectos terminados de 3 y 4 sótanos.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
20 m

• **Experiencia en Proyectos:**

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m ³)
1	Torreblanca	Magdalena	3	445.00	13.50 / 1	DR RI	DR:550 TOTAL: 500
2	Zaragoza	Santiago De Surco	1 Semisótano	391.63	12.50 / 2 (Atrás Adelante)	DR	DR: 600 TOTAL: 600
3	Golf	Santiago De Surco	1	1003.20	57.00 y 17.60 / 2 (Esquina)	DR	DR: 600 TOTAL: 600
4	AltoVerde	Pueblo Libre	4	788.50	18.86	DR RI PS	DR:600 TOTAL:554

• **Información Personal:**

- **Ing. José Luis Guerrero Narbajo.** (Universidad Nacional De Ingeniería)
- **CIP:** 155745.
- **Ingeniero Residente:** Edificio Multifamiliar “ALTOVERDE”.
- **Teléf.:** 942 171 563.
- **E-mail:** jlgn27@gmail.com.
- **Empresa:** CREATIVA.
- **Referencia:** <https://www.blogger.com/profile/07751332690083276926>

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Oscar Manuel Isaias Ureta Ramírez (Ing. Campo)
Proyecto	EDIFICIO "PARQUE ALAMEDA"
Dirección	Av. Cuba 570, Jesús María, Lima.
Propietario	Construye: "LUGANO PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES" Comercializa: "LUGANO PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES" Financia: "BANCO DE CREDITO DEL PERU"
Pisos	20
Sótanos	5

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas "Lima Metropolitana".**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 o anillo?
 - **Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).**
 - **Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).**
 - **Pasamanos con banquetas.**
 - **Faja transportadora.**
 - **Balde basculante (Con camión grúa).**

La metodología a usar será la de muros anclados, con eliminación de material mediante volquetes a través de rampa de entrada y salida usando una retroexcavadora de oruga con una pala de 1.5m³ de capacidad.

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Cuando se construye a profundidades mayores a un sótano, por un tema de seguridad ante posibles derrumbes vecinos se recomienda construir con el procedimiento de muros anclados,

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, Surco y San Isidro

muros pantallas y/o pilotes. En este caso decidimos utilizar el procedimiento de muros anclados. La eliminación se realiza a través de rampa vehicular y no mediante faja transportadora por un tema de espacio interno y ancho del frontis principal.

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

La altura de cada anillo es de 3.5m, cada anillo se encuentra divididos en paños de 5m de ancho como máximo.

4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?

La metodología utilizada fue la misma en todos los niveles salvo el 4to anillo, en el que no fue necesario realizar perforaciones ni anclar torones debido a un diseño estructural de por medio. Se entiende que al tener anclados 3 anillos por encima, ya no es necesario anclar el último anillo. La eliminación a partir del 3er anillo se realizó utilizando 2 excavadoras que trabajaron en conjunto pasando el material de cuchara a cuchara.

5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?

El tipo de suelo, las construcciones aledañas, las normativas, permisos municipales, cantidad de niveles de sótanos, etc.

6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?

El rendimiento de eliminación diario aproximado es de 550m³, el rendimiento depende de la profundidad de la excavación, la capacidad de los volquetes (m³) y el tipo de suelo (en este caso nuestro terreno se encuentra en un suelo tipo grava, el cual no es tan complicado eliminar)

7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?

Utilizamos los Lookahead, que son programaciones de 4 semanas las cuales permiten adelantarnos a los procesos y anticipar algunos sucesos de manera que al llegar al momento de la ejecución de la labor ya teníamos levantadas las restricciones previas, lo que permitía que nuestros contratistas tanto de eliminación como de anclajes no paren sus labores.

8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?

La información utilizada actualmente es la que manejan la mayoría de empresas del sector construcción.

9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?

Durante el proceso constructivo de excavaciones profundas la prioridad es salvaguardar la integridad de los trabajadores de la empresa, la integridad de las viviendas aledañas y preservar

Análisis de las metodologías de excavaciones profundas para construcciones de sótanos en Barranco, Surco y San Isidro

el medio ambiente, una de las normas principales es la G- 050 Y la ley N° 27389 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.

10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?

Es complicado encontrar en la realidad un terreno ideal, pero las características que facilitan las labores es que sea un terreno cuadrado, con áreas mayores a los 1000m² (para tener espacio de maniobras internas), en esquina (2 frentes), alejado de avenidas principales, alejado de viviendas de construcción antigua y si los vecinos son edificios con sótanos es mucho mejor para nosotros ya que solo se realizaría el proceso de excavación, el enmallado de muros, el encofrado y vaciado; siendo innecesario el anclado de torones.

• Experiencia en Proyectos:

N°	Proyecto	Ubicación	N° Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/N° Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m ³)
1	Villa Márquez	Jesús María	3	800	20/ 1 frente	DR RI PS	RD: 610 Total: 500
2	Los Aires de Nazca	Jesús María	5	870	30 y 27 / 2 (esquina)	DR RI PS	RD: 600 Total: 540
3	Parque Alameda	Jesús María	5	867.5	20 / 1 frente	DR RI PS	RD: 600 Total: 550

• Información Personal y experiencia profesional:

- Ing. Oscar Manuel Isaías Ureta Ramírez (Universidad Nacional Federico Villarreal)
- CIP: 214795.
- Ingeniero de Campo: Edificio Multifamiliar “Parque Alameda”
- Teléf. 998332727
- E- mail: oureta@luganosac.com
- Empresa: Proyectos y Construcciones Lugano SAC.
- Referencia: <https://www.linkedin.com/in/oscar-ureta-ramirez-57889660/?originalSubdomain=pe>

• Experiencia Profesional:

- Obra “Edificio del Campo”, Asistente de Campo, Constructora Marte – Edificio 15 pisos + 3 sótanos)
- Obra “Villa Márquez”, Elaboración de metrados y presupuesto, Asistente de Campo, Constructora Lugano – Edificio 10 pisos + 3 sótanos.
- Obra “Los Aires de Nazca”, Elaboración de metrados y presupuesto, Ing. de Campo, Constructora Lugano – Edificio 20 pisos + 5 sótanos.

- **Obra “Parque Alameda”**, Elaboración de metrados y presupuesto, Ing. de Campo,
Constructora Lugano – Edificio Multifamiliar 20 pisos + **5 sótanos**.

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Shiomara Delgado Collantes (Ing. Oficina Técnica).
Proyecto	EDIFICIO BONAVÍ.
Dirección	Av. Cipriano Dulanto 1275 – Pueblo Libre.
Propietario	Construye: URBANA PERU. Comercializa: Inmobiliaria URBANA PERÚ. Financia: Banco BANBIF.
Pisos	18+AZOTEA
Sótanos	3

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
 - Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
 - Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).
 - Pasamanos con banquetas.
 - Faja transportadora.
 - Balde basculante (Con camión grúa).

Excavación masiva directa con excavadora y rampa, eventualmente los saldos se sacaran con la grúa.

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Es la tradicional, se acomoda a la topografía del terreno, nivel de excavación que necesitamos y acompaña los procedimientos de trabajo de la empresa.

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?
La misma metodología hasta los 10.30 metros en la zona de máxima altura.
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?
Por la necesidad de tener un buen flujo de producción, limitación del área, frontis y porque a más profundidad las condiciones cambian.
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?
A mayor altura más demoras en eliminar el material, es más riesgoso; mayor desperdicio de horas máquina.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?
Directo: 800 m3
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?
En este caso Directo porque la topografía y necesidad de corte del terreno se acomoda a la metodología usada.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?
La metodología con fajas es muy productiva, sin embargo, hay que evaluar muy bien su colocación y uso.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?
La norma G.050 DA CRITERIOS DE SEGURIDAD; las normas restantes del RNE hablan de criterios particulares de excavaciones.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?
30 metros

• **Experiencia en Proyectos:**

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)
1	Bonaví	Pueblo Libre	3	600	30 / 1	DR RI PS	DR: 500 TOTAL: 400
2	Los Inkas	Surco	8	3500	20 / 1 esquina	DR RI PS FJ	DR: 700 TOTAL: 500

• **Información Personal:**

- **Shiomara Delgado Collantes** (Universidad Nacional Federico Villarreal)
- **CIP:** 143343
- **Ingeniera de control y Oficina Técnica:** Edificio Multifamiliar “Bonaví”.
- **Teléf.:** 984 993 233
- **E-mail:** Shiomara_28@hotmail.com / Shiomara.delgado@urbanaperu.com.pe
- **Empresa:** URBANA PERU
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/shiomara-delgado-85792552/>

• **Experiencia profesional:**

- **Ing. Control y Oficina Técnica (2017 – actualidad)** – Multifamiliar Bonaví – VIVIENDAS DEL PERU
- **Ing. Oficina Técnica (2014 – 2016)** – Centro Empresarial Los Inkas – DOCSACORP
- **Ing. Oficina Técnica (2013)** – Pabellón ciencias Sociales - Cusco – ODÍN INGENIEROS
- **Ing. Oficina Técnica (2013)** – Colegio Clorinda Matto de Turner – ARC Empresa Constructora

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Edy Fredy Caillagua Blas. (Ing. Producción)
Proyecto	PLEXUS Centro Comercial Plaza San Miguel
Dirección	Calle Martin de Murúa #150 - San Miguel, Lima.
Propietario	Constructora: FM Edificaciones S.A.C Comercializa: Inmobiliaria "ADONDEVIVIR"
Pisos	14
Sótanos	7

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas "Lima Metropolitana".**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m2.**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
<ul style="list-style-type: none">- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).- Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).- Pasamanos con banquetas.- Faja transportadora.- Balde basculante (Con camión grúa).
Se utilizó rampa hasta los 3 sótanos, faja hasta el 7.
2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?
Se utilizó rampa hasta tener el espacio, es decir que la rampa con la pendiente adecuada esté dentro del área o longitud del proyecto, para el 4 sótano ya no se tiene el suficiente espacio para el desarrollo de la rampa, por tanto se requiere faja, por espacio.
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Desde el 0 m al 10.5 m se usó rampa, desde el 10.5 m hasta el 19 m faja transportadora.	
4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?	Porque la rampa no tiene espacio para el desarrollo con las pendientes adecuadas para que los volquetes suban, así mismo mientras haya más rampa queda poca área de trabajo para ejecutar los muros anclados propiamente dicho.
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?	Espacio, tiempo, costo.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?	De rampa se llegó hasta 1000 m ³ por día, con faja hasta 600m ³ por día, esto depende de la profundidad de la excavación, en la primera metodología los volquetes deben entrar y se genera mayor incomodidad conforme aumenta la profundidad y el tiempo en salir es mayor, en los primeros anillos con rampa el rendimiento aumenta (1 anillo). con faja de la misma forma mientras más profundo hay mayor recorrido de faja y por ende mayor tiempo de descarga, así mismo las fajas tienen una tolva con cierta capacidad a la cual no se puede llenar más material, por lo que por momentos la excavadora debe esperar a que la tolva se vacíe para seguir llenando.
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?	La rampa, porque está a menores profundidades y se tiene mayor espacio de movilidad, si he de comparar faja con rampa, utilizaría rampa hasta cierto tramo y utilizaría otra excavadora más para poder generar un pasamanos, mayor producción con respecto a la faja, se puede utilizar hasta 4 sótanos y medio dependiente del área del terreno.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?	Se debe tratar de utilizar rampa con la pendiente adecuada y máxima a la vez el mayor tiempo posible, luego pasamanos y por ultimo faja de esa forma se ahorrar tiempo y dinero.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?	La norma peruana admite calzaduras y muros anclados sin embargo no menciona que método utilizar, esto debe ser criterio del ingeniero en función a sus costos, tiempo situación del terreno, etc.
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?	

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

20m

• Experiencia en Proyectos:

Nº	Descripción / Proyecto	Ubicación	Nro. Sótanos	Area (m2)	Frontis/nro. Frente (m)	Metodologías	Rendimiento Promedio día (m3/día)
1	Symphony	San Isidro	3	834	18 / 1 frente	DR RI PS	DR: 55 TOTAL: 500
2	Plexus	San Miguel	7	1200	30 / 1 frente	DR RI PS FJ	DR: 600 TOTAL: 516
3	Los Libertadores	Pueblo Libre	3	480	12 / 1 frente	DR RI PS	DR: 500 TOTAL: 460
4	Roaud Paz Soldan	San Isidro	3	670	15 / 1 frente	DR RI PS	DR: 540 TOTAL: 520

• Información Personal:

- **Ing. Edy Fredy Caillahua Blas.** (Universidad Nacional De Ingeniería)
- **CIP:** 185549..
- **Ingeniero Residente:** Edificio De Oficinas “PLEXUS”.
- **Teléf.:** 993 444 172.
- **E-mail:** edy.caillahua@gmail.com.
- **Empresa:** FG Edificaciones S.A.C.
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/edy-caillahua-blas-19882442/>

• Experiencia profesional:

- Plexus (FG)

<http://urbania.pe/ficha-proyecto/proyecto-plexus-centro-empresarial-san-miguel-lima-san-miguel-plexus-centro-empresarial-3549>

- Symphony

<http://www.adondevivir.com/propiedades/edificio-symphony-408030.html>

- Libertadores

<http://www.adondevivir.com/propiedades/nuevo-proyecto-en-pueblo-libre-residencial-los-596324.html>

- Roaud y Paz Soldan

<http://www.adondevivir.com/propiedades/venta-departamento-edificio-roaud-paz-soldan-325-en-50554253.html>

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Alexander Edward Paredes Carrasco (Ing. Campo)
Proyecto	Conjunto Residencial Plaza Santiago
Dirección	Av. Los castillos 580 (Santiago De Surco)
Propietario	Construye: Constructora "ICCGSA". Comercializa: Inmobiliaria "VALORA".
Pisos	5 TORRES DE 10 PISOS C/U
Sótanos	2

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas "Lima Metropolitana".**
- **Áreas confinadas de 1000 – 4000 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
- Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro). - Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa). - Pasamanos con banquetas. - Faja transportadora. - Balde basculante (Con camión grúa).
Rampa, Banquetas, excavadora, volquetes
2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?
Por el tipo de obra, obra de gran área (4000 m ²), 100m x 40m
3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?
Profundidad de excavación 8m.

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?	Factores como la profundidad, frente de terreno y por el flujo de trabajo de excavadora y volquetes.
5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?	Planeamiento, tipo de maquinaria, accesos, subcontratas, ubicación de botaderos.
6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?	600 m3, cantidad de volquetes, ubicación de botadero.
7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?	Banquetas por el área grande del proyecto.
8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?	La experiencia del profesional, técnicos y subcontratistas de movimiento de tierras.
9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?	G-050 Seguridad Durante La Construcción
10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?	Dos o más frentes para poder eliminar el material (mínimo 8 m de ancho), convenientemente más de 4 sectores para que no afecte ningún proceso.

• Experiencia En proyectos:

Nº	Proyecto	Ubicación	Nº Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/ Nº Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)
1	Terraza 20	Jesús María	5	900	30 / 2 frentes	DR RI PS	DR: 650 TOTAL: 550
2	Andrés Reyes	San Isidro	4	650	25 / 1 frente	DR RI	DR: 600 TOTAL: 500

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

						PS	
3	Plaza Santiago	Surco	2	3950	5.5 / 1 frente	DR RI	DR: 700 TOTAL: 600

- **Información Personal:**

- **Ing. Alex Edward Paredes Carrasco.** (Universidad Ricardo Palma)
- **CIP:** 185673.
- **Ingeniero de Campo:** Conjunto Residencial "PLAZA SANTIAGO"
- **Teléf.:** 945 468 689.
- **E-mail:** Aparedes@sevillarodriguez.com
- **Empresa:** ICCGSA Ingenieros Civiles y Contratistas Generales S.A.
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/alexander-edward-paredes-carrasco-ba2197a9/>

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Henry Roberto Galindo Zapata (Jefe de producción)
Proyecto	EDIFICIO MULTIFAMILIAR “ICONO”
Dirección	Av. Arica 600, Breña, Lima.
Propietario	Construye: “BESCOSAC” Comercializa: “PAZ CENTENARIO” Financia: “CONTINENTAL”
Pisos	18
Sótanos	3

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 - 1200 m².**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
 - Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
 - Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).
 - Pasamanos con banquetas.
 - Faja transportadora.
 - Balde basculante (Con camión grúa).

La metodología a usar será la de muros anclados en los dos primeros anillos, el terco contará con muros de contención sin anclar. La eliminación de material excavado se realiza mediante volquetes a través de rampa de entrada y salida (la misma), usando una excavadora de oruga de 220 ton con una pala de 1.5m³ de capacidad.

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

El proyecto al contar con tres sótanos, se debe considerar un método para sostenimiento de taludes en los linderos por las excavaciones necesarias para llegar a la profundidad deseada. De entre las diversas opciones, se aplica la que tenga la relación más efectiva entre las variables de funcionalidad y económica; por ello, la opción aplicable es muros pantalla con anclaje temporal. La eliminación del material excavado se ejecuta con el empleo de rampa elaborada con el mismo terreno para ingreso y salida de volquetes. Se descartó el empleo de faja transportadora luego de realizar un previo análisis de costos.

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

La altura de los dos primeros anillos es de 2.80m en promedio y el tercer anillo en 3.70m en promedio. Los paños de los muros no excedían los 5.00m de largo y de acuerdo a la ubicación por cercanías a propiedades precarias, la modulación presentaba en el primer anillo un largo de 2.50m en algunos paños.

4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?

La metodología utilizada en los dos primeros anillos fue la misma y la tercera no requirió del anclaje debido a una combinación de factores en el diseño estructural y geotécnico. La eliminación de material excavado para el 3er anillo se realizó utilizando 2 excavadoras que trabajaron en conjunto pasando el material a un nivel intermedio para que el equipo ubicado en la parte superior pueda finalmente depositar material en el volquete.

5. ¿Qué factores cree usted que afecta la eficiencia de las excavaciones profundas y para cada metodología que es lo importante considerar para tener buen rendimiento?

El tipo de suelo, uso previo de la propiedad, las construcciones aledañas y características, permisos municipales (uso de vías y horarios), cantidad de niveles de sótanos, vicios ocultos, entre otros.

6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?

El rendimiento de eliminación diario aproximado es de 650m³, este depende de la profundidad de la excavación, la capacidad de los volquetes, condiciones de los equipos, ubicación de la obra y el tipo de suelo.

7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?

Primero se debe considerar que para obtener un flujo continuo de operaciones, la empresa colaborativa (subcontrato) tenga la documentación administrativa completa así como sus lineamientos de seguridad. Seguido, se verifican los movimientos de tránsito vehicular y peatonal fuera de obra para poder analizar las posibles restricciones en las actividades, sumado a ello se elabora un diagrama de recorrido de los equipos (excavadora y volquetes) en conjunto con el Lookahead de obra.

8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Para toda toma de decisiones se debe realizar un análisis de riesgo-costo principalmente (entre otros factores), contar con personal calificado para las actividades y experiencia en la metodología a emplear.

9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?

Las normativas aplicables son: RNE G-050 y la ley N° 29783 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.

10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?

Las características del terreno deben ser tal que permitan realizar las maniobras internas y externas de los equipos con los que se van a contar. El área necesaria trabajable variará si se cuentan con una o dos excavadoras (o más) dentro de obra, así como la capacidad de ellas (200, 220, 230ton, etc.) y de los volquetes; adicionalmente a los espacios requeridos según los estándares de seguridad que manejen las empresas ejecutoras. En caso de contar con faja transportadora serán otras condiciones. Los movimientos dentro del proyecto se adecuan de acuerdo a la necesidad de este en cuanto a plazo y alcance; es por ello que no se puede precisar con exactitud un valor ideal. Siempre habrá soluciones para cada problema dentro de obra.

- **Experiencia en Proyectos:**

N°	Proyecto	Ubicación	N° Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m2)	Frontis/N° Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m3)
1	Icono	Breña	3	1620	69.00 / 1	DR RI	DR: 650 TOTAL: 600

- **Información Personal y experiencia profesional.**

- **Ing. Henry Roberto Galindo Zapata** (Universidad Nacional de Ingeniería)
- **CIP:** 222907.
- **Jefe de Producción:** Edificio Multifamiliar "ICONO"
- **Telf.** 986680135.
- **E-mail:** hgalindo@bes.com.pe
- **Empresa:** BESCO SAC.
- **Referencia:** <https://www.linkedin.com/in/henry-roberto-galindo-zapata-9257ba93/?originalSubdomain=pe>
- **Experiencia Profesional:**
- **Obra "Multifamiliar ICONO"**, Jefe de producción, Constructora Besco
- **Obra "Reparación de Losas industriales 2016-A Patio de Operaciones PERUBAR"**, Jefe de proyecto, Constructora Avenix.
- **Obra "Obras complementarias en tanque de relaves 5"**, Jefe Obras Civiles, Constructora Avenix.
- **Obra "Lo Parques de Comas – Girasoles I"**, Jefe de Campo, Constructora GyM.

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

- Obra “K-162 Planta Concentradora Cerro Verde”, Supervisor Obras Civiles, Constructora GyM.
- Obra “Debottlenecking 130k - Antamina”, Jefe de Campo – obras civiles, constructora GyM.
- Obra “Construcción Ciudad Nueva Fuerabamba”, Jefe de Producción, Constructora GyM.
- Obra “Parque Central Club Residencial”, Ingeniero de Producción, Constructora GyM.
- Obra “Los Parques de Carabaylo I”, Asistente de Producción, Constructora GyM.

Proyecto de Tesis

(Encuesta)

Tema:

Excavaciones Profundas para la construcción de sótanos en edificaciones en Lima Metropolitana.

Título del Proyecto:

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana.

Encuestado	Carlos Alberto Carpio Torres (Ing. Residente)
Proyecto	EDIFICIO MULTIFAMILIAR : BELO HORIZONTE NORTH
Dirección	Av. Brasil N° 1638 (Pueblo Libre)
Propietario	Construye: FT CONSTRUCTORES SAC. Comercializa: Inmobiliaria “ABRIL”
Pisos	20
Sótanos	5

Consideraciones:

- **Proyectos Urbanos Multifamiliares y Oficinas “Lima Metropolitana”.**
- **Áreas confinadas de 700 – 1200 m2.**
- **Metodologías:**

.Directo: Volquetes abastecidos de material dentro de obra (Sin Rampa).

.Rampa Indirecta: Volquetes ingresan para abastecerse de material pero usan rampa y luego ya no ingresan, se quedan en un tramo de la rampa.

.Pasamanos Con Banquetas: Uso de 2 Excavadoras, abastece uno al otro acumulando material.

.Faja Transportadora:

1. ¿Según su experiencia y en las mejores condiciones qué tipo de Metodología recomienda usar para las excavaciones profundas? Para cada sótano 1, 2, 3, 4, 5, 6,7 o anillo?
 - Rampa Directa (Ingresa Volquete adentro).
 - Rampa Indirecta (Volquete no ingresa, se queda a mitad de rampa, aún hay rampa).
 - Pasamanos con banquetas.
 - Faja transportadora.
 - Balde basculante (Con camión grúa).

Para los primeros sótanos se usó para sostenimiento y apuntalamiento de terrenos colindantes muros anclados y para la eliminación de material se usa una excavadora con pala de 1.5m que abastecerá de material a volquetes, los cuales usarán una rampa como entrada y salida.

Luego a partir del 3er sótano la eliminación será “cuchara a cuchara” con una excavadora sobre llantas en la vereda y otra sobre orugas al interior.

Luego , se utilizará una Grúa telescópica de 20 Ton para retirar la excavadora

2. ¿Por qué se pensó en usar cada metodología mencionada en la pregunta anterior, explique cada una?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Cuando se construye a profundidades mayores a un sótano, por un tema de seguridad ante posibles derrumbes vecinos se recomienda construir con el procedimiento de muros anclados, muros pantallas y/o pilotes. En este caso decidimos utilizar el procedimiento de muros anclados. La eliminación se realiza a través de rampa vehicular y no mediante faja transportadora por un tema de espacio interno y ancho del frontis principal. Recordar que nuestro frontis era de solo 14 m.

3. ¿De qué profundidad se ha considerado cada metodología de eliminación?

La altura de cada anillo es de 3.5m, cada anillo se encuentra dividido en paños de 5m de ancho como máximo.

4. ¿Por qué no se han usado en los demás anillos la misma metodología de eliminación?

La metodología utilizada fue la misma en todos los niveles salvo el 4to anillo, en el que no fue necesario realizar perforaciones ni anclar torones debido a un diseño estructural de por medio. Se entiende que al tener anclados 3 anillos por encima, ya no es necesario anclar el último anillo. La eliminación a partir del 3er anillo se realizó utilizando 2 excavadoras que trabajaron en conjunto pasando el material de cuchara a cuchara.

5. ¿Qué factores cree usted que afectan con las excavaciones profundas con una misma metodología de eliminación?

El tipo de suelo, las construcciones aledañas, las normativas, permisos municipales, cantidad de niveles de sótanos, filtraciones de agua

6. ¿Cuánto es el rendimiento diario aproximado de cada metodología de eliminación? ¿De qué depende ese rendimiento?

El rendimiento de eliminación diario aproximado es de 550m³, el rendimiento depende de la profundidad de la excavación, la capacidad de los volquetes (m³) y el tipo de suelo (en este caso nuestro terreno se encuentra en un suelo tipo grava, el cual no es tan complicado eliminar)

7. ¿Qué metodología le permitió elaborar con mayor rapidez la excavación? ¿Por qué, que consideró?

Utilizamos los Lookahead, que son programaciones de 4 semanas las cuales permiten adelantarnos a los procesos y anticipar algunos sucesos de manera que al llegar al momento de la ejecución de la labor ya teníamos levantadas las restricciones previas, lo que permitía que nuestros contratistas tanto de eliminación como de anclajes no paren sus labores.

8. ¿Se tiene alguna información adicional para el sector de la construcción sobre el buen uso de metodologías para la excavación profunda en edificaciones u otros tipos de proyectos?

La información utilizada actualmente es la que manejan la mayoría de empresas del sector construcción.

9. ¿Hay alguna Norma Técnica Peruana, algún reglamento Nacional o manual que te brinda información sobre el proceso constructivo o método a emplear en excavaciones profundas según el tipo de proyecto? ¿En qué se basan?

Análisis de los métodos de eliminación de material para construcción de sótanos en Proyectos que presentan suelo granular en Lima Metropolitana

Durante el proceso constructivo de excavaciones profundas la prioridad es salvaguardar la integridad de los trabajadores de la empresa, la integridad de las viviendas aledañas y preservar el medio ambiente, una de las normas principales es la G- 050 Y la ley N° 27389 Ley de Seguridad y Salud en el trabajo.

10. ¿Cuál es el frontis/frente (longitud y nro. de frentes) y área más ideales para que la eliminación de material durante las excavaciones tengan una mejor eficiencia?

Es complicado encontrar en la realidad un terreno ideal, pero las características que facilitan las labores es que sea un terreno cuadrado, con áreas mayores a los 1000m² (para tener espacio de maniobras internas), en esquina (2 frentes), alejado de avenidas principales, alejado de viviendas de construcción antigua y si los vecinos son edificios con sótanos es mucho mejor para nosotros ya que solo se realizaría el proceso de excavación, el enmallado de muros, el encofrado y vaciado; siendo innecesario el anclado de torones.

• Experiencia en Proyectos:

N°	Proyecto	Ubicación	N° Sótanos	Área (Ancho x Largo) (m ²)	Frontis/N° Frente (m)	Metodologías	Rend Prom por día (m ³)
1	Edificio BHN	Pueblo Libre	4	1650	14	DR RI PS	DR: 700 TOTAL: 550
2	Edificio Bolognesi	Miraflores	2	900	12/ 2 esquina	DR RI	DR: 600 TOTAL: 510
3	Edificio Boulevard Arequipa	Miraflores	3	1000	12 / 1	DR RI PS	DR: 600 TOTAL: 530

• Información Personal:

- Ing. Carlos Alberto Carpio Torres (Universidad Ricardo Palma)
- CIP: 128791.
- Ingeniero Residente: Edificio Multifamiliar “LIRIO”.
- Telf. 951820265.
- E- mail: ccarpio@abril.pe
- Empresa: FT Constructores SAC
- Referencia: <https://www.linkedin.com/in/carlos-alberto-carpio-torres-68ab5795/?originalSubdomain=pe>

• Experiencia Profesional:

- Obra Edificio BHN , Constructora Abril – Edificio de 3 torres 20 pisos + 4 sótanos)
- Obra Edificio Gran Bolognesi, Constructora KUSI Contratistas– Edificio 8 pisos + 2 sótanos.
- Obra Edificio Boulevard Arequipa, Constructora Ciudadaris SAC– Edificio 12 pisos + 3 sótanos.

- **Obra Edificio Granato**, Constructora Ciudadaris SAC – Edificio Multifamiliar 12 pisos + 3 sótanos.

Anexo 25. Especificaciones técnicas de la excavadora de ruedas CAT-M315D2

Especificaciones de la Excavadora de Ruedas M315D2

Motor	
Modelo del motor	Cat C4.4
Emisiones	Equivalentes a las normas de emisiones Tier 3 de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de EE.UU., Stage IIIA de la UE, Tier 3 de Corea y Stage II de China.
Clasificaciones	2.000 rpm
Potencia neta	
ISO 14396	102 kW (139 hp)
ISO 9249/SAE J1349	95 kW (129 hp)
Calibre	105 mm
Carrera	127 mm
Cilindrada	4,4 L
Cilindros	4
Par máximo a 1.400 rpm	550 N·m
<ul style="list-style-type: none"> Todos los valores de la potencia (hp) del motor están expresados en el sistema métrico, incluidos los valores indicados en la carátula. Máxima potencia neta del motor a 3.000 m de altitud. 	
Pesos	
Pluma VA*	
Solo hoja topadora trasera	14.200 kg
Hoja topadora delantera, estabilizadores traseros	15.100 kg
Pluma de una pieza (estándar)	
Solo hoja topadora trasera	13.800 kg
Hoja topadora delantera, estabilizadores delanteros	14.750 kg
Pluma de alcance de una pieza*	
Solo hoja topadora trasera	13.800 kg
Hoja topadora delantera, estabilizadores traseros	14.750 kg
Brazos	
Corto (2.000 mm)	370 kg
Mediano (2.300 mm)	390 kg
Contrapeso	
Estándar	2.900 kg
Optativo	3.300 kg
<ul style="list-style-type: none"> * Peso de la máquina con brazo mediano, contrapeso de 3.300 kg, con operador y tanque de combustible lleno, con cucharón de 450 kg. El peso varía según la configuración. 	
Transmisión	
Avance/retroceso	
1ª marcha	9 km/h
2ª marcha	37 km/h
Velocidad del movimiento ultralento	
1ª marcha	3 km/h
2ª marcha	13 km/h
Tracción de la barra de tiro	76 kN
Rendimiento máximo en pendiente	58 %
Neumáticos	
Estándar	10.00-20 (neumático doble)

Sistema hidráulico	
Capacidad del tanque	95 L
Sistema	180 L
Presión máxima	
Circuito del implemento	
Normal	350 bar
Levantamiento pesado	375 bar
Circuito de desplazamiento	350 bar
Circuito auxiliar	
Alta presión	350 bar
Presión media	185 bar
Mecanismo de giro	350 bar
Flujo máximo	
Circuito del implemento/de desplazamiento	190 L/min
Circuito auxiliar	
Alta presión	190 L/min
Presión media	40 L/min
Mecanismo de giro	80 L/min
Mecanismo de giro	
Velocidad de giro	10,5 rpm
Par de giro	35 kN·m
Tren de rodaje	
Espacio libre sobre el suelo	370 mm
Ángulo máximo de dirección	35°
Ángulo del eje de oscilación	± 9°
Radio mínimo de giro	
Exterior del neumático	6.200 mm
Extremo de la pluma VA	6.700 mm
Extremo de la pluma de una pieza	8.100 mm
Capacidades de llenado de servicio	
Tanque de combustible	235 L
Enfriamiento	31 L
Cárter del motor	8 L
Caja del eje trasero (diferencial)	11,2 L
Eje de dirección delantero (diferencial)	9 L
Mando final	2,4 L
Servotransmisión	2,5 L

Niveles de ruido	
Ruido exterior	
<ul style="list-style-type: none"> El nivel de potencia acústica indicado para el espectador, medido según los procedimientos y las condiciones de prueba especificados en la norma 2000/14/EC, es de 102 dB(A). 	
Cabina/FOGS	
<ul style="list-style-type: none"> La cabina con Estructura de Protección contra la Caída de Objetos (FOGS) cumple con la norma ISO 10262. 	

Activar Windows
Vaya a Configuración para activar la

Especificaciones de la Excavadora de Ruedas M315D2

Dimensiones

Todas las dimensiones son aproximadas.

	Pluma VA		Pluma de alcance de una pieza		Pluma de una pieza	
Longitud del brazo	mm	2.000	2.300	2.000	2.000	2.300
1 Altura de embarque	mm	3.120	3.120	3.120	3.120	3.120
2 Longitud de embarque	mm	8.310	8.300	8.090	8.080	7.687
3 Punto de soporte	mm	3.820	3.470	3.480	3.120	2.715
4 Radio de giro de la cola	mm		2.060			2.060
5 Espacio libre del contrapeso	mm		1.250			1.250
6 Altura de la cabina	mm		3.120			3.120

* Espacio libre máximo del estabilizador con el estabilizador completamente abajo

Posición de desplazamiento por carretera con brazo de 2.300 mm

Solo tren de rodaje con hoja topadora

Tren de rodaje con 1 juego de estabilizadores y hoja topadora

Especificaciones de la Excavadora de Ruedas M315D2

Ganas de trabajo

	Pluma VA		Pluma de alcance de una pieza		Pluma de una pieza	
Longitud del brazo	mm	2.000	2.300	2.000	2.000	2.300
1 Altura de excavación	mm	9.520	9.670	8.480	8.580	8.040
2 Altura de descarga	mm	7.060	7.210	6.060	6.120	5.890
3 Profundidad de excavación	mm	5.010	5.300	4.840	5.140	4.810
4 Profundidad de excavación vertical	mm	3.680	3.810	3.750	3.740	3.090
5 Limpieza recta a una profundidad de 2,5 m	mm	4.760	5.070	4.590	4.910	4.450
6 Alcance	mm	8.520	8.760	8.270	8.510	7.900
7 Alcance a nivel del suelo	mm	8.330	8.580	8.080	8.320	7.770
Fuerzas del cucharón (ISO 6015)	kN	93	93	93	93	93
Fuerzas del brazo (ISO 6015)	kN	73	67	73	67	73

Los valores 1 a 7 se calculan con un cucharón con un radio de plgado de 1.225 mm.

Los valores de la fuerza de desprendimiento se calculan con un levantamiento pesado activado y un radio de plgado de 1.225 mm.

Anexo 26. Especificaciones técnicas de excavadora oruga KOBELCO-SK350LC

SK350LC

DIMENSIONES: SK350LC Unidad m(pie/pulg)

LARGO DE BRAZO	3,33 (10' 10")	4,15 (13' 7")
A. Largo total	11,20 (36' 9")	11,23 (36' 10")
B. Ancho total (con zapata de 800mm)	3,40 (11' 2")	3,40 (11' 2")
C. Altura total (a parte superior de pluma)	3,42 (11' 3")	3,59 (11' 9")
D. Largo básico de máquina	5,99 (19' 8")	5,99 (19' 8")
E. Altura total (a parte superior de cabina)*	3,16 (10' 4")	3,16 (10' 4")
F. Despeje del suelo de parte trasera*	1,20 (3' 11")	1,20 (3' 11")
G. Distancia central del rodillo de cabrestante	4,05 (13' 3")	4,05 (13' 3")
H. Largo total de excavadora	4,98 (16' 4")	4,97 (16' 3")
I. Altura de excavadora a centro de rodillo de cabrestante*	1,05 (3' 5")	1,05 (3' 4")
J. Calibre de oruga	2,60 (8' 6")	2,60 (8' 5")
K. Ancho de zapata de excavadora	800 mm (31,5")	800 mm (31,5")
L. Despeje del suelo de tren de ruedas*	500 mm (19,7")	500 mm (19,7")
M. Radio de oscilación de cola	3,50 (11' 6")	3,50 (11' 6")

*Altura de barra de grouser excluida.

PESOS: SK350LC Peso de cuchara: 1.073 kg (2.360 lb)

ANCHO DE ZAPATA	mm (pulg)	800 (31,4)	800 (31,5)
Ancho total de máquina	mm (pie/pulg)	330 (10' 10")	330 (10' 10")
Presión sobre el suelo	kPa (psi)	45,4 (6,59)	50,6 (7,33)
Peso operativo	kg (lb)	36.500 (80.500)	36.100 (79.600)

ANCHO DE ZAPATA	mm (pulg)	700 (27,6)	600 (23,6)
Ancho total de máquina	mm (pie/pulg)	330 (10' 10")	330 (10' 10")
Presión sobre el suelo	kPa (psi)	57,3 (8,31)	65,4 (9,48)
Peso operativo	kg (lb)	35.680 (78.660)	35.000 (77.200)

CUADRO DE SELECCION DE CUCHARA

Tipo de Cuchara	Capacidad (SAE) m³ (yd³)	Ancho m (pulg)	Peso de cuchara kg (lb)	Brazo m (pie/pulg) 3,3 (10'10") 4,15 (13'7")	
GENERAL	0,669 (0,875)	0,609 (24")	873 (1.925)	H	H
	0,956 (1,25)	0,762 (30")	955 (2.105)	H	H
	1,146 (1,50)	0,914 (36")	1.073 (2.365)	H	M
	1,337 (1,75)	1,066 (42")	1.157 (2.550)	H	L
	1,529 (2,0)	1,219 (48")	1.225 (2.700)	M	X
	1,815 (2,375)	1,371 (54")	1.735 (3.825)	L	X
	2,10 (2,75)	1,371 (54")	1.837 (4.050)	L	X
TRABAJO PESADO	0,669 (0,875)	0,609 (24")	939 (2.070)	H	H
	0,956 (1,25)	0,762 (30")	1.027 (2.265)	H	H
	1,146 (1,50)	0,914 (36")	1.154 (2.545)	H	M
	1,337 (1,75)	1,066 (42")	1.243 (2.740)	M	L
	1,529 (2,0)	1,219 (48")	1.318 (2.905)	L	X
	1,815 (2,375)	1,371 (54")	1.379 (3.040)	L	X
	2,10 (2,75)	1,371 (54")	1.433 (3.160)	L	X
TRABAJO SEVERO	0,764 (1,00)	0,685 (27")	1.057 (2.330)	H	H
	0,956 (1,25)	0,762 (30")	1.172 (2.585)	H	H
	1,146 (1,50)	0,914 (36")	1.220 (2.690)	H	M
	1,337 (1,75)	1,066 (42")	1.336 (2.945)	M	L
	1,529 (2,0)	1,219 (48")	1.433 (3.160)	L	X
	1,815 (2,375)	1,371 (54")	1.735 (3.825)	L	X
	2,10 (2,75)	1,371 (54")	1.837 (4.050)	L	X

H - Usada con peso de material hasta 1.780 kg/m³ (3.000 lb/yd³)

M - Usada con peso de material hasta 1.483 kg/m³ (2.500 lb/yd³)

L - Usada con peso de material hasta 1.186 kg/m³ (2.000 lb/yd³)

X - No recomendado

SK350LC

Este cuadro es una representación gráfica de los rangos de trabajo para la SK350LC equipada con un brazo de 3,3 m (10' 10'').

RENDIMIENTO

Velocidad de desplazamiento	5,6/3,3 km/h (3,5/2,1 mph)
Velocidad de oscilación	10,0 rpm
Capacidad de nivelación	35 grados (70%)
Fuerza de empuje de barra de tiro	322 kN (72.400 lb)

SUMARIO DE ESPECIFICACIONES

GENERAL

Peso operativo con cuchara	kg (lb)	36.100 (79.600)
Rango de capacidad de cuchara	m³ (yd³)	0,67-2,10 (0,875-2,75)

MOTOR

Marca y Modelo	HINO	J08E-TM
Cilindrada	ℓ (pulg³)	7,684 (469)
Diámetro y Curso	mm (pulg)	112 x 130 (4,41"x5,12")
Potencia SAE NETA	hp/rpm (kW/rpm)	264@2.100 (197@2.100)

RANGOS DE TRABAJO

	(Brazo Est.)	
Brazo Estándar	m (pie/pulg)	3,3 (10' 10")
Fuerza de excavación de cuchara	kg (lb)	24.880 (54.850)
Fuerza de empuje del brazo	kg (lb)	18.457 (40.690)
Alcance a nivel del suelo	m (pie/pulg)	11,06 (36' 3")
Max. Profundidad de cabado	m (pie/pulg)	7,56 (24' 10")
Max. Altura de descarga	m (pie/pulg)	7,37 (24' 2")
Max. Profundidad de excavación en pared vertical m	(pie/pulg)	6,61 (21' 8")

SISTEMA HIDRAULICO

Bomba hidráulica	Nº y tipo	ZVP+1FG
Flujo de aceite nominal	d/m (gpm)	2x294 (2x77,6)
Presión operativa	Implemento-MPa (psi)	34,3 (4.970)
Desplazamiento	MPa (psi)	34,3 (4.970)
Oscilación	MPa (psi)	27,5 (4.210)
Elevación pesada	MPa (psi)	37,8 (5.470)

RANGOS DE TRABAJO Unidad m (pie/pulg)

ACCESORIOS	Brazo estándar	Brazo Opcional
A. Max alcance de excavación	11,26 (36' 11")	11,97 (39' 4")
A'. Max alcance de excavación a nivel del suelo	11,06 (36' 3")	11,79 (38' 7")
B. Max profundidad de excavación	7,56 (24' 10")	8,41 (27' 6")
C. Max altura de excavación	10,58 (34' 9")	10,70 (35' 1")
D. Max despeje de descarga	7,37 (24' 2")	7,53 (24' 7")
E. Min despeje de descarga	2,62 (8' 7")	1,77 (5' 8")
F. Max profundidad de excavación con pared vertical	6,61 (21' 8")	7,15 (23' 5")
G. Min radio de giro frontal	4,37 (14' 4")	4,43 (14' 5")
H. Altura a min radio de giro	8,64 (28' 4")	8,65 (28' 4")
I. Profundidad de excavación para 2,4m (8') base plana	7,41 (24' 3")	8,27 (27' 1")
J. Golpe de cavado horiz. a nivel del suelo	5,79 (19' 0")	7,21 (23' 7")

FUERZA DE EXCAVACION Unidad kg (lb)

		c/P Boost	s/P Boost
Fuerza de excavación de cuchara, kN (lb)	ISO	244 (54.850)	222 (49.910)
Fuerza de excavación de cuchara, kN (lb)	SAE	219 (49.230)	199 (44.740)
Fuerza de excavación del brazo, kN (lb)	ISO	181 (40.690)	165 (37.090)
Fuerza de empuje de brazo, kN (lb)	SAE	176 (39.570)	160 (35.970)

CAPACIDADES DE RELLENADO Unidad: litros (US gal)

Tanque de combustible	580 (153)
Depósito de aceite hidráulico	280 (74)
Sistema hidráulico incluyendo depósito de aceite	353 (93)
Sistema de refrigeración	31 (8,2)
Aceite de motor	28,5 (7,5)

TREN DE RUEDAS

Largo total de orugas	m (pie/pulg)	4,98 (16' 4")
Ancho total de orugas c/zapata std m	(pie/pulg)	3,40 (11' 2")
Ancho de zapata	mm (pulg)	800 (31,5")
Velocidad de desplazamiento	km/h (mph)	5,6/3,3 (3,5/2,1)
Empuje de la barra de tiro	kg (lb)	32.909 (72.400)
Relación de presión sobre el suelo	Kpa (psi)	51 (7,33)
Despeje del suelo	mm (pulg)	500 (20")

OSCILACION

Velocidad de Oscilación	rpm	10
Radio de Oscilación de Cola	m (pie/pulg)	3,50 (11' 6")
Torque de Oscilación	kN/m (lb/pie)	120 (88.507)

DIMENSIONES DE TRANSPORTE

Altura	m (pie/pulg)	3,42 (11' 3")
Ancho c/zapata estándar	m (pie/pulg)	3,40 (11' 2")
Largo	m (pie/pulg)	11,20 (36' 9")

ACERA
MarH 8

EXCAVADORA HIDRÁULICA JS330/370 LC/NLC

Technical drawing of the JCB 940L-7 excavator showing side and front views with dimensions.

Side View Dimensions:

- Overall height: 12
- Height to top of cab: 11
- Height to top of boom: 10
- Height to top of bucket: 9
- Height to top of boom (at 90°): 8
- Height to top of boom (at 45°): 7
- Height to top of boom (at 0°): 6
- Height to top of boom (at -45°): 5
- Height to top of boom (at -90°): 4
- Height to top of boom (at -135°): 3
- Height to top of boom (at -180°): 2
- Height to top of boom (at -225°): 1
- Height to top of boom (at -270°): 0
- Height to top of boom (at -315°): -1
- Height to top of boom (at -360°): -2

Front View Dimensions:

- Overall width: 12
- Width to side of cab: 11
- Width to side of boom: 10
- Width to side of bucket: 9
- Width to side of boom (at 90°): 8
- Width to side of boom (at 45°): 7
- Width to side of boom (at 0°): 6
- Width to side of boom (at -45°): 5
- Width to side of boom (at -90°): 4
- Width to side of boom (at -135°): 3
- Width to side of boom (at -180°): 2
- Width to side of boom (at -225°): 1
- Width to side of boom (at -270°): 0
- Width to side of boom (at -315°): -1
- Width to side of boom (at -360°): -2

Modelo	J5330 LC	J5330 NLC	J5370 LC	J5370 NLC
A Longitud de la oruga en el suelo	mm	3965	4022	4022
B Longitud total del chasis	mm	4843	4947	4947
C Indicador de la oruga	mm	2600	2600	2390
D Ancho sobre la oruga (zapatas de 600 mm)	mm	3200	3200	2990
E Ancho sobre la oruga (zapatas de 700 mm)	mm	3300	3300	3090
F Ancho sobre la oruga (zapatas de 800 mm)	mm	3400	3400	3190
G Ancho sobre la oruga (zapatas de 900 mm)	mm	3500	3500	3290
H Altura libre del contrapeso	mm	1190	1215	1215
I Radio de giro de la cola	mm	3571	3571	3571
J Ancho total de la superestructura	mm	2990	2990	2990
K Altura sobre la cabina	mm	3177	3202	3202
L Despiece del suelo	mm	500	530	530
M Altura de la oruga	mm	1011	1024	1024
N Longitud de la cola	mm	3563	3563	3563
O Altura sobre el pasamuros	mm	3335	3359	3359

		Brazo estándar 6,45 m							
		2,21 m	2,63 m	3,23 m	4,03 m	2,21 m	2,63 m	3,23 m	4,03 m
Largo del balde	E Longitud de transporte	mm	11.384	11.294	11.194	11.284	11.413	11.353	11.253
	F Altura de transporte	mm	3610	3570	3360	3850	3440	3510	3280
									3700
		Brazo ME 6,10 m							
		2,21 m	2,63 m		2,21 m		2,63 m		
Largo del balde	E Longitud de transporte	mm	11.034	10.944	10.853		10.763		
	A Altura de transporte	mm	3610	3570	3500		3570		

Modelo	JCB DIESELMAX 672 que cumple con Tier 2.
Tipo	Motor turbodiesel con intercooler, enfriado por agua, de 4 tiempos, con 6 cilindros en línea, de riel común de inyección directa.
Potencia bruta (neta)	210 kW (281 CV) a 1900 rpm.
Cilindraje	7,2 litros
Filtración de aire	Elemento seco con elemento de seguridad secundario e indicador de advertencia en cabina.
Sistema de arranque	24 voltijs
Baterías	2 x 12 voltijs
Alternador	24 voltijs, 50 amperes.

EXCAVADORA HIDRÁULICA JS330/370 LC/NLC

Motor de giro	Frenado hidráulico más freno de estacionamiento automático de tipo disco aplicado por resorte.
Freno de giro	
Par de giro	JS330: 111 kNm JS370: 129 kNm
Velocidad de giro	JS330: 8,7 rpm JS370: 9,1 rpm
Energía de giro	
Energía de giro	

<p>Opciones de batidor</p> <p>Construcción</p> <p>Punto de recuperación</p> <p>Opciones de zapata de la onga</p> <p>Rodillos superiores e inferiores</p> <p>Ajuste de ongas</p> <p>Tensor de la onga</p> <p>Tipo de onga</p> <p>N.º de guías de la onga</p> <p>N.º de rodillos inferiores</p> <p>N.º de rodillos superiores</p> <p>N.º de zapatas de la onga</p>	<p>L.C. batidor largo y N.L.C. batidor largo y angosto.</p> <p>Totamente soldado, batidor tipo "X" con guarda protectora central y elementos laterales en pendiente con orificios de extracción de suciedad debajo de los rodillos superiores.</p> <p>Frontal y trasero.</p> <p>600 mm, 700 mm, 800 mm, 900 mm.</p> <p>Tratados por calor, sellados y lubricados.</p> <p>Tipo de cilindro de engrase.</p> <p>Sellado y lubricado, con retroceso amortiguado por resorte.</p> <p>Sellada y lubricada.</p> <p>2 por lado</p> <p>9 por lado</p> <p>2 por lado</p> <p>J5330; 50 por lado J5370; 48 por lado</p>
--	---

Tipo	Totamente hidrostática, de tres velocidades con cambio automático.										
Motores de desplazamiento	Tipo pistón axial con oscilación variable, totalmente protegidos dentro del bastidor de chasis.										
Transmisión final	Puede dentadas con pernos de reducción planetaria.										
Freno de servicio	Válvula de contrapeso hidráulica.										
Freno de estacionamiento	Liberación hidráulica automática de tipo disco aplicada por resorte.										
Pendiente admisible	70 % (35 grados) continua.										
Velocidad de desplazamiento	<table border="1"> <tr> <td>JS330</td><td>JS370</td></tr> <tr> <td>Alta, 5.2 km/h</td><td>Alta, 5.4 km/h</td></tr> <tr> <td>Media, 3.5 km/h</td><td>Media, 3.1 km/h</td></tr> <tr> <td>Baja, 2.4 km/h</td><td>Baja, 2.2 km/h</td></tr> <tr> <td>226 kN/m</td><td>293 kN/m</td></tr> </table>	JS330	JS370	Alta, 5.2 km/h	Alta, 5.4 km/h	Media, 3.5 km/h	Media, 3.1 km/h	Baja, 2.4 km/h	Baja, 2.2 km/h	226 kN/m	293 kN/m
JS330	JS370										
Alta, 5.2 km/h	Alta, 5.4 km/h										
Media, 3.5 km/h	Media, 3.1 km/h										
Baja, 2.4 km/h	Baja, 2.2 km/h										
226 kN/m	293 kN/m										
Fuerzo de tracción											

Monodizable disponible junto con una selección de distintos largos del balde para ajustarse a los requisitos de alcances, profundidad de excavación, altura de carga y fuerza de arraque. La resistencia de reserva está incorporada en las estructuras completamente soldadas para operaciones con martillo hidráulico y otras maquinarias arduas.

El monobrazo de 6,1 m combinado con opciones de balancín corto brinda un rendimiento optimizado que maximiza la capacidad del balde. Para grandes aplicaciones de excavación.

Tanque de combustible	Litros	590
Refrigerante de motor	Litros	45
Aceite de motor	Litros	25
Engranaje de reducción de giro	Litros	14,5
Engranaje de reducción de enaga (cada lado)	Litros	5
Sistema hidráulico	Litros	430
Tanque hidráulico	Litros	239

ESPECIFICACIÓN

EXCAVADORA HIDRÁULICA JS330/370 LC/NLC

SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema hidráulico abierto, de control negativo centrado con bombas dobles con pistón de caudal variable que proporcionan caudal a pedido.

Bombas	
Bombas principales	2 tipo pistón axial de desplazamiento variable.
Caudal máximo	JS330: 2 x 290 l/min JS370: 2 x 304 l/min
Servo bomba	Tipo de engranaje.
Caudal máximo	28.5 l/min.
Válvula de control	
Una válvula de control combinada de cuatro y cinco carretas con carreta de servicio auxiliar como estándar.	
Configuraciones de la válvula de descarga	
Brazo/brazo/balde	319 bares
Con impulso de potencia	348 bares
Circuito de giro	284 bares
Circuito de desplazamiento	343 bares
Control piloto	45 bares
Filtrado	
En el estanque	Colador de succión, 150 micrones.
Línea de retorno principal	Elemento de fibra de vidrio de 10 micrones
Línea de desvío de Piezo	Elemento de papel, 1,5 micrones.
Línea piloto	Elemento de papel, 10 micrones.
Retorno del martillo hidráulico	
Elementos de microforma reforzada, 10 micrones.	

BALDES DE EXCAVADORAS ESTÁNDAR - JS330

Opciones de balde	Balde GP				Balde HD			
Ancho del balde	950	1400	1550	1800	950	1400	1550	1800
Capacidad del balde	m ³	0,86	1,43	1,62	1,93	0,86	1,43	1,93
Peso del balde	kg	834	1058	1145	1277	925	1189	1268
Monobrazo 6,45 m								
2,21 m	□	□	□	□	□	□	□	□
2,63 m	□	□	□	□	□	□	□	□
3,23 m	□	□	□	□	□	□	□	□
4,03 m	□	□	□	●	■	□	□	■
Brazo ME 6,10 m								
2,21 m	□	□	□	□	□	□	□	□
2,63 m	□	□	□	□	□	□	□	□

□ = Peso del material hasta 2000 kg/m³.

● = Peso del material hasta 1600 kg/m³.

■ = Peso del material hasta 1200 kg/m³.

Estas recomendaciones están basadas en un chasis LC que cuenta con orugas de 600 mm y enganche rápido JCB.

Estas son solo una guía, para obtener más información sobre cómo seleccionar el adlanteo correcto para sus aplicaciones, póngase en contacto con su distribuidor.

PESOS Y PRESIONES AL SUELO - JS370

Las cifras incluyen balde de 1,43 m³, operador, estanque de combustible lleno y balancín de 3,23 m.

JS330 NLC Monobrazo		Zapatas de 600 mm	Zapatas de 700 mm	Zapatas de 800 mm	Zapatas de 900 mm
Peso de la máquina	kg	33.224	33.624	34.024	34.424
Presión al suelo	kg/cm²	0.66	0.57	0.50	0.45
JS330 LC Monobrazo					
Peso de la máquina	kg	33.364	33.764	34.164	34.564
Presión al suelo	kg/cm²	0.66	0.57	0.51	0.45
JS330 NLC Brazo ME					
Peso de la máquina	kg	32.972	33.372	33.772	34.172
Presión al suelo	kg/cm²	0.65	0.56	0.50	0.45
JS330 LC Brazo ME					
Peso de la máquina	kg	33.112	33.512	33.912	34.312
Presión al suelo	kg/cm²	0.65	0.57	0.50	0.45

BALDES DE EXCAVADORAS ESTÁNDAR - JS370

Opciones de balde	Balde GP				Balde HD			
Ancho del balde	950	1400	1550	1800	950	1400	1550	1800
Capacidad del balde	m ³	0,86	1,43	1,62	1,93	0,86	1,43	1,93
Peso del balde	kg	834	1058	1145	1277	925	1189	1268
Monobrazo 6,45 m								
2,21 m	□	□	□	□	□	□	□	□
2,63 m	□	□	□	□	□	□	□	□
3,23 m	□	□	□	□	□	□	□	□
4,03 m	□	□	□	□	●	□	□	□
Brazo ME 6,10 m								
2,21 m	□	□	□	□	□	□	□	□
2,63 m	□	□	□	□	□	□	□	□

□ = Peso del material hasta 2000 kg/m³.

● = Peso del material hasta 1600 kg/m³.

■ = Peso del material hasta 1200 kg/m³.

Estas recomendaciones están basadas en un chasis LC que cuenta con orugas de 600 mm y enganche rápido JCB.

Estas son solo una guía, para obtener más información sobre cómo seleccionar el adlanteo correcto para sus aplicaciones, póngase en contacto con su distribuidor.

PESOS Y PRESIONES AL SUELO - JS370

Las cifras incluyen balde de 1,93 m³, operador, estanque de combustible lleno y balancín de 3,23 m.

		Zapatas de 600 mm	Zapatas de 700 mm	Zapatas de 800 mm	Zapatas de 900 mm
JS370 NLC Monobrazo					
Peso de la máquina	kg	36.142	36.587	37.032	37.477
Presión al suelo	kg/cm²	0.69	0.60	0.53	0.48
JS370 LC Monobrazo					
Peso de la máquina	kg	36.301	36.746	37.191	37.636
Presión al suelo	kg/cm²	0.70	0.60	0.53	0.48
JS370 NLC Brazo ME					
Peso de la máquina	kg	36.048	36.493	36.938	37.383
Presión al suelo	kg/cm²	0.69	0.60	0.53	0.48
JS370 LC Brazo ME					
Peso de la máquina	kg	36.207	36.652	37.097	37.542
Presión al suelo	kg/cm²	0.69	0.60	0.53	0.48

Activ

Ve a C

RANGO DE TRABAJO: HOMBRAZO DE 6,45 M

		JS330			JS370		
Largo del balde:		2,21 m	2,63 m	2,21 m	2,63 m		
A	Alcance máximo de excavación	mm	10.570	10.060	10.460		
B	Alcance máximo de excavación (en el suelo)	mm	9960	10.370	9850		
C	Profundidad máxima de excavación	mm	6370	6800	6250		
D	Altura máxima de excavación	mm	9740	9980	9510		
E	Altura máxima de descarga	mm	6710	6910	6800		
F	Máxima profundidad de corte vertical de pared	mm	5020	5610	2390		
G	Radio de giro mínimo	mm	4670	4640	4740		
	Rotación del balde	grados	184.5	185	185		
	Fuerza de arranque del baladrn con aumento de potencia	kN/m	209.3	182.6	248.1		
	Fuerza de arranque del balde con aumento de potencia	kN/m	236.8	236.8	271.8		
Largo del balde:		3,23 m	4,03 m	3,23 m	4,03 m		
A	Alcance máximo de excavación	mm	11.130	11.860	11.760		
B	Alcance máximo de excavación (en el suelo)	mm	10.940	11.680	11.570		
C	Profundidad máxima de excavación	mm	7390	8190	7270		
D	Altura máxima de excavación	mm	10.280	10.550	10.020		
E	Altura máxima de descarga	mm	7190	7460	7260		
F	Máxima profundidad de corte vertical de pared	mm	6340	7120	3580		
G	Radio de giro mínimo	mm	4510	4520	4570		
	Rotación del balde	grados	184.5	184.5	185		
	Fuerza de arranque del baladrn con aumento de potencia	kN/m	151.5	131.2	179.6		
	Fuerza de arranque del balde con aumento de potencia	kN/m	236.8	236.8	271.8		
Brazo ME: longitud del brazo. 6,10 m							
Largo del balde:		2,21 m	2,63 m	2,21 m	2,63 m		
A	Alcance máximo de excavación	mm	9782	10.190	9782		
B	Alcance máximo de excavación (en el suelo)	mm	9566	9984	9566		
C	Profundidad máxima de excavación	mm	5960	6387	5960		
D	Altura máxima de excavación	mm	9450	9722	9450		
E	Altura máxima de descarga	mm	6662	6898	6662		
F	Máxima profundidad de corte vertical de pared	mm	3097	3690	3097		
G	Radio de giro mínimo	mm	4350	4347	4350		
	Rotación del balde	grados	184.5	184.5	184.5		
	Fuerza de arranque del baladrn con aumento de potencia	kN/m	209.3	182.6	244.6		
	Fuerza de arranque del balde con aumento de potencia	kN/m	236.8	236.8	271.8

Anexo 28. Especificaciones técnicas de excavadora VOLVO-EW205D

Volvo EW205D en detalle

Motor El motor, que otorga un excelente rendimiento, está provisto de seis cilindros, inyectores de combustible de alta presión, verticales, controlados electrónicamente, EGR interno, turbocompresor con válvula de descarga de 6 litros en línea, intercooler de aire a aire y motor diésel con refrigeración por agua.		
Motor		VOLVO D6E
Potencia max. a	ps/min	33/2000
Neto (ISO 9249/SAE J1349)	kW/hp	121,3/165
Bruto (ISO 14396/SAE J1995)	kW/hp	129,5/175
Torque max.	Nm/min	730/1500
Cart. de cilindros		6
Cilindrada	l	5,7
Diámetro	mm	98
Camara	mm	126
Sistema eléctrico Sistema eléctrico de alta capacidad y bien protegido. Se utilizan terminales de cable de doble cierre y a prueba de agua para entrar la energía en los conectores. Los cables principales y las válvulas solenoides están protegidas para prevenir daños.		
Voltaje	V	24
Baterías	V	2 x 12
Capacidad de la batería	Ah	120
Alternador	V/A	29/80
Motor de arranque	V/kW	24/5,5
Carro inferior Unidad motriz: Un gran motor de pistones axiales y caudal variable en la caja de transmisión Power Shift de dos etapas que transmite la potencia al eje delantero y trasero. Basidor: Resistente basidor de torsión y basidor totalmente soldado.		
Ruedas	Puede optar entre ruedas simples y ruedas gemelas.	
Eje delantero	Resistente eje de excavadora con bloqueo de la oscilación del eje delantero automático o controlado por el operador.	
Oscilación	°	± 7
Oscilación con guardabarros	°	± 7
Ruedas gemelas	tipo	10,00 - 20 14PR
Fuerza máxima de tracción (neto)	kN	110
Velocidad de desplazamiento en carretera	km/h	36
Velocidad de desplazamiento fuera de carretera	km/h	9
Velocidad de desplazamiento ultralento	km/h	3,5
Radio mínimo de giro	m	7,136

Cabina Se puede acceder fácilmente a la cabina del operador a través de la amplia puerta. La cabina está apoyada sobre soportes de amortiguación hidráulica para reducir los niveles de impacto y vibración. Estos soportes, junto con el revestimiento acústico, ayudan a reducir los niveles de ruido. La cabina cuenta con excelente visibilidad en todas las direcciones. El parabrisas delantero se puede levantar fácilmente, y el cristal delantero inferior se puede desmontar y guardar en la puerta lateral. Sistema integrado de aire acondicionado y calefacción: el aire presurizado y filtrado de la cabina se suministra con un ventilador 1.0 conducto de ventilación. El aire se distribuye en la cabina mediante 1.0 conducto de ventilación. Asiento ergonómico del operador: el asiento ajustable y la consola del operador se mueven de forma independiente según lo requiera el operador. El asiento cuenta con nueve ajustes diferentes y un cinturón de seguridad para comodidad y seguridad del operador.		
Nivel de sonido	Nivel de sonido en cabina conforme a ISO 6396	LpA dB(A) 74
	Nivel de sonido externo conforme a ISO 6395 y a la Directiva de Sonda de la UE 2000/14/EC (estándar/tropical)	LwA dB(A) 103/104

Sistema hidráulico El nuevo sistema electrohidráulico y la nueva válvula de control principal (main control valve, MCV) utilizan tecnología inteligente para controlar el flujo según la demanda de excavación y una productividad más alta, mayor capacidad de excavación y un excelente ahorro de combustible. El sistema incluye las importantes funciones y modos de trabajo que se detallan a continuación: Sistema de suma: Combina el flujo de las dos bombas hidráulicas para asegurar ciclos rápidos y una alta productividad. Prioridad de la pluma: Otorga prioridad al funcionamiento de la pluma para que la elevación sea más rápida al cargar o en excavaciones profundas. Prioridad del brazo: Otorga prioridad al funcionamiento del brazo para que el movimiento de la cuchara sea más rápido al cargar o para amortiguar el lavado de la cuchara al excavar. Prioridad de la oscilación: Otorga prioridad a las funciones de oscilación para agilizar operaciones simultáneas. Sistema de regeneración: Evita la cavitación y transmite flujo a otros movimientos durante operaciones simultáneas para aumentar al máximo la productividad. Modo de estacionamiento (P): Posición de estacionamiento para máxima seguridad. Modo de desplazamiento (T): La velocidad del motor se regula con el movimiento del pedal de desplazamiento y el interruptor de selección de modo para reducir el consumo de combustible y el ruido. No es posible mover equipos de trabajo en este modo para máxima seguridad. Modo de trabajo (W): Caudal de trabajo máximo con régimen de motor ajustable para condiciones normales de trabajo y el mejor aprovechamiento de la velocidad. Modo ultralento (C): Modo de trabajo adicional para velocidad fija de desplazamiento más lenta.		
Bombas hidráulicas Bomba principal Tipo 2 bombas de pistones axiales de desplazamiento variable Caudal max. l/min 2 x 230 Bomba piloto Tipo Bomba de engranajes Caudal max. l/min 1 x 20 Bomba de freno + dirección Tipo Bomba de engranajes silenciosa Caudal max. l/min 1 x 41,5 Ajuste de la válvula de descarga Implemento MPa 32,4/34,3 Sistema de desplazamiento MPa 34,3 Sistema de oscilación MPa 27,9 Sistema piloto MPa 3,9 Cilindros hidráulicos Pluma 2 Diámetro y carrera ø x mm 120 x 1235 Brazo 1 Diámetro y carrera ø x mm 135 x 1540 Cuchara 1 Diámetro y carrera ø x mm 120 x 1065 Hoja dozer 1 Diámetro y carrera ø x mm 115 x 273 Estabilizador 2 Diámetro y carrera ø x mm 150 x 444		
Sistema de oscilación Velocidad max. de giro rpm 11,5 Frenos Frenos de servicio: frenos servohidráulicos autoajustables de multidiscos húmedos con dos circuitos de frenos independientes. Freno de estacionamiento: freno de disco húmedo en la caja de engranajes, aplicado por muelle y liberado por presión. Freno de excavación: freno de servicio con sistema de bloqueo mecánico Sistema de seguridad: los frenos desplazamiento de 2 circuitos cuentan con dos acumuladores que actúan en caso de falla del sistema de frenos de servicio. Peso total de la máquina Máquina con pluma de 5,65 m, brazo de 2,7 m, cuchara de 748 kg/860 l, contrapeso estándar, Hoja dozer y estabilizador kg 20 730 Capacidades de llenado durante el servicio Depósito de combustible l 323 Sistema hidráulico, total l 358 Depósito hidráulico l 148 Aceite del motor l 32 Refrigerante del motor l 41 Unidad de reducción de oscilación l 7 Transmisión l 2,5 Diferencial de ejes: (Carcasa para ejes) l 11 Eje delantero l 15 Eje trasero l 15 Transmisión final l 4 x 2,5		

Dimensiones

POSICIÓN DE DESPLAZAMIENTO

POSICIÓN DE TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Estabilizador delantero y hoja dozer trasera	Estabilizador delantero y hoja dozer trasera	Hoja dozer delantera y estabilizador trasero
Pluma	m	5,65	5,65	5,65
Brazo	m	2,7	2,7	2,9
A	mm	2500	2500	2500
B	mm	2500	2500	2500
C	mm	3180	3180	3180
D	mm	2800	2800	2800
E	mm	2520	2520	2520
F	mm	1244	1244	1244
G	mm	2850	2850	2850
H	mm	1914	1914	1914
I	mm	329	329	329
J	mm	9355	9340	9315
K	mm	3960	3960	3960
L	mm	9510	9520	9520
M	mm	3280	3490	3280

Descripción	Unidad	
Estabilizador delantero y hoja dozer trasera	A	mm
Centro a rueda delantera	B	mm
Centro a rueda trasera	E	mm
Estabilizador a rueda	F	mm
Dozer a rueda	A	mm
Centro a rueda delantera	B	mm
Centro a rueda trasera	C	mm
Dozer a rueda	D	mm
Estabilizador a rueda	J	mm
Ancho de excavación	K	mm
Ancho	L	mm
Profundidad de excavación	M	mm
Holgura	N	mm
Altura	G	mm
Peso	O	kg
Altura	H	mm
Profundidad de excavación	I	mm
Altura de elevación	O	mm
Ancho	O	mm
Peso	O	kg

Descripción	Unidad	Pluma	Brazo
A	m	5,65	2,7
Largo	mm	5870	3710
B	mm	1650	870
Altura	mm	670	440
Ancho	mm	1080	1121
Peso	kg	1995	1121

Activi
Ve a Cc

Especificaciones

**ESTABILIZADOR DELANTERO Y
HOJA DOZER TRASERA**

**HOJA DOZER DELANTERA Y
ESTABILIZADOR TRASERO**

RANGOS DE TRABAJO CON CUCHARA DE MONTAJE DIRECTO

Descripción			Unidad	Estabilizador delantero y hoja dozer trasera		Hoja dozer delantera y estabilizador trasero	
Pluma			m	5,65	5,65	5,65	5,65
Brazo			m	2,7	2,9	2,7	2,9
A	Alcance máx. de excavación		mm	9685	9890	9685	9890
B	Alcance máx. al nivel del suelo		mm	9490	9695	9490	9695
C	Profundidad máx. de excavación		mm	5345	5545	5565	5765
D	Profundidad máx. de excavación (l = nivel 2440 mm)		mm	5165	5370	5385	5590
E	Profundidad máx. de excavación en pared vertical		mm	4125	4295	4125	4295
F	Altura máx. de corte		mm	9895	10 045	9895	10 045
G	Altura máx. de descarga		mm	7085	7225	7085	7225
H	Radio de oscilación mín. de la parte delantera		mm	3310	3330	3310	3330

FUERZAS DE EXCAVACIÓN CON CUCHARA DE MONTAJE DIRECTO

Radio de la cuchara			mm	1470	1470	1470	1470
Fuerza de hincada (cuchara)	Normal	SAE J1179	kN	122	122	122	122
	Aumento de potencia	SAE J1179	kN	130	130	130	130
	Normal	ISO 6015	kN	136	136	136	136
	Aumento de potencia	ISO 6015	kN	144	144	144	144
Fuerza de desgarre (brazo)	Normal	SAE J1179	kN	100	96	100	96
	Aumento de potencia	SAE J1179	kN	106	102	106	102
	Normal	ISO 6015	kN	102	99	102	99
	Aumento de potencia	ISO 6015	kN	109	105	109	105
Ángulo de rotación, cuchara			grados	175	175	175	175

Especificaciones técnicas

Motor

Diseñado para que el rendimiento y la eficiencia del combustible sean superiores, el motor diésel Doosan de Fase IV cumple plenamente la normativa más reciente sobre emisiones. Para optimizar el rendimiento de la máquina, el motor usa inyectores de combustible a alta presión, intercooler aire-aire y control electrónico. Motor refrigerado por agua en 4 ciclos, con turbocompresor con válvula de descarga, recirculación de los gases de escape (EGR) y reducción catalítica selectiva (SCR), sin filtro de partículas diésel (DPF).

	DX225LC-5, DX235LC-5 y DX235NLC-5
Modelo	Doosan DLo6P
N.º de cilindros	6
Potencia nominal a 1800 rpm	
(SAE J1995)	124 kW (169 CV)
(SAE J1349)	121 kW (165 CV)
(ISO 9249)	121 kW (165 CV)
Par máximo a 1400 rpm	77 kgf·m (755 Nm)
Ralentí (bajo - alto)	800 [±10] - 1900 [±25] rpm
Cilindrada	5890 cm³
Diámetro interior - carrera	100 mm - 125 mm
Motor de arranque	24 V - 6 kW
Baterías - alternador	2 - 12 V, 150 Ah - 24 V, 80 A
Filtro de aire	Filtro de aire con doble elemento y prefiltro turbo separador de polvo

Tren inferior

Construcción extremadamente robusta, hecha de materiales duraderos de alta calidad, en la que todas las estructuras soldadas se han diseñado para limitar tensiones y esfuerzos.

- Rodillos de oruga lubricados para toda la vida.
- Poleas y ruedas dentadas con juntas flotantes.
- Zapatas de oruga hechas de una aleación endurecida por inducción con triple garra.
- Pasadores de conexión tratados térmicamente.
- Ajustador hidráulico de oruga con mecanismo tensor amortiguador de impactos.

Número de rodillos y zapatas de oruga por lado

	DX225LC-5, DX235LC-5 y DX235NLC-5
Rodillos superiores (zapata estándar)	2
Rodillos inferiores	8
Número de eslabones y zapatas por lado	49
Separación entre eslabones	190 mm
Longitud total de oruga	4445 mm

Peso

		DX225LC-5	DX235LC-5	DX235NLC-5	DX225LC-5	DX235LC-5	DX235NLC-5
	Ancho de zapatas (mm)	Peso operativo (t)			Presión sobre el suelo (kgf/cm²)		
Garra triple	500 HD (Est.)	-	-	22,4	-	-	0,57
	600 HD	-	-	22,8	-	-	0,49
	600 (estándar)	22,1	22,8	-	0,47	0,49	-
	700	22,4	23,1	-	0,41	0,42	-
	800	22,7	23,4	-	0,36	0,37	-
	900	23,0	23,7	-	0,33	0,34	-

Peso de los componentes

Elemento	Unidad	DX225LC-5	DX235LC-5	DX235NLC-5	Observaciones
Estructura superior sin frente	kg	10278	10985	10685	Con contrapeso
Conjunto de estructura inferior	kg	7711	7613	7711	DX235LC-5: 600 mm - DX235NLC-5: Zapata HD de 500 mm
Conjunto delantero	kg	4127	4127	4127	
Contrapeso	kg	4300	5000	4700	Pluma de 2 piezas de DX235NLC-5: contrapeso de 5000 kg
Pluma	mm / kg	5700 / 1461 SLR 8500 / 1889	5700 / 1461		Incluido casquillo
Pluma de dos piezas	mm / kg	5850 / 1952			Incluido casquillo
Balancines	mm / kg	3500 / 794 - 2400 / 568 2 piezas: 2400 / 568 2900 / 562 SLR: 6200 / 1055	2400 / 568 – 2900 / 652		Incluido casquillo
Hoja dózer (2990 mm)	kg	889	-		Para zapatas de 600 mm. Cilindro de la hoja (cada una): 90 kg

Sistema hidráulico

El sistema e-EPOS (sistema electrónico de optimización de la potencia) es el cerebro de la excavadora: minimiza el consumo de combustible y permite que se optimice la eficiencia del sistema hidráulico en todas las condiciones de uso. Para armonizar el funcionamiento del motor y el sistema hidráulico, el e-EPOS está conectado a la centralita electrónica (ECU) del motor a través de una conexión de datos.

- El sistema hidráulico permite realizar operaciones conjuntas o separadas.
- Dos velocidades de desplazamiento que ofrecen un par mayor o una velocidad elevada.
- Sistema de bomba cross-sensing de ahorro de combustible.
- Sistema con deceleración automática.
- 4 modos de funcionamiento y 4 modos de potencia.
- Control del caudal y la presión de los circuitos hidráulicos auxiliares desde el panel de control.
- Control informatizado del caudal de la bomba.

Bombas y presión del sistema

	DX225LC-5, DX235LC-5 y DX235NLC-5
Tipo de las bombas principales:	2 - bombas de pistones axiales en tándem de cilindrada variable
Caudal máximo a 1800 rpm	2 - 206,5 l/min.
Tipo de la bomba piloto:	Bomba de engranajes
Caudal máximo a 1800 rpm	27 l/min.
Parámetros de la válvula de seguridad:	
Aumento de presión	350 kg/cm²
Desplazamiento	330 kg/cm²
Giro	270 kg/cm²
Piloto	40 kg/cm²

Cilindros hidráulicos

Cuerpos de cilindro y vástagos de pistón de acero de alta resistencia. Mecanismo amortiguador instalado en todos los cilindros para un funcionamiento sin sacudidas y mayor duración del pistón.

	Cilindros	Cantidad	Diámetro interior x diámetro de vástago x carrera (mm)	
			DX225LC-5	DX235(N)LC-5
Pluma de una pieza		2	125 - 85 - 1263	130 - 90 - 1263
Balancín		1	140 - 100 - 1450	140 - 100 - 1450
Cucharón		1	120 - 80 - 1060	125 - 85 - 1060
Pluma de 2 piezas, inferior		2	130 - 90 - 1263	130 - 90 - 1263
Pluma de 2 piezas, superior		1	150 - 100 - 1870	150 - 100 - 1870
Balancín, con pluma de dos piezas		1	140 - 100 - 2010	140 - 100 - 2010

➤ Mecanismo de giro

El mecanismo de giro emplea un motor de pistón axial que acciona un engranaje desmultiplicador

planetario de dos fases en baño de aceite para generar el par máximo.

- Rodamiento de giro: rodamiento de bolas de una hilera de tipo cizalla con engranaje interior de acero templado por inducción.
- Engranaje interno y piñón en baño lubricante.

➤ Velocidad y par de giro

DX225LC-5, DX235LC-5 y DX235NLC-5	
Velocidad máxima de giro	10,9 rpm
Par máximo de giro	8400 kgf.m

➤ Transmisión

Un motor de alto par de pistones axiales independiente impulsa cada oruga mediante un engranaje desmultiplicador planetario. Las dos palancas / pedales garantizan un desplazamiento suave con contrarrotación a demanda.

El bastidor de las orugas protege el motor de desplazamiento, el freno y los engranajes planetarios. Los frenos multidisco de las orugas son de accionamiento mediante muelle y de liberación hidráulica.

➤ Velocidad y tracción

DX225LC-5, DX235LC-5 y DX235NLC-5	
Velocidad de desplazamiento (baja - alta)	3,0 - 5,5 km/h
Tracción máxima	27,5 t
Ángulo de inclinación máximo	35° / 70%

➤ Cucharones

					Dx235LC-5 / Dx235NLC-5					
Tipo de cucharón	Capacidad (m³) SAE	Ancho (mm)		Peso (kg)	Pluma de una pieza de 5,7 m				Pluma de dos piezas de 5,85 m	
		Con bordes laterales	Sin bordes laterales		Balancín de 2,4 m	Balancín de 2,9 m	Balancín de 2,4 m	Balancín de 2,9 m	Balancín de 2,4 m	Balancín de 2,9 m
					Zapata de 600 mm / HD de 500 mm	Zapata de 600 mm / HD de 600 mm	Zapata de 800 mm	Zapata de 800 mm	Zapata HD de 500 mm	Zapata HD de 600 mm
U.G.	0,51	772	722	529	A / A	A / A	A / -	A / -	- / A	- / A
	0,81	1128	1065	654	A / A	A / A	A / -	A / -	- / A	- / A
	0,92	1236	1173	697	A / A	A / A	A / -	A / -	- / A	- / A
	1,05	1372	1309	751	A / B	A / C	A / -	A / -	- / B	- / B
	1,17	1493	1430	809	A / C	B / C	A / -	B / -	- / C	- / C
	1,28	1607	1544	848	B / C	C / D	B / -	B / -	- / C	- / D
HD	0,73	982	916	732	A / -	A / -	A / -	A / -	-	-
	0,90	1130	1064	804	A / -	A / -	A / -	A / -	-	-
	1,07	1286	1220	864	A / -	B / -	A / -	A / -	-	-
	1,24	1438	1372	923	B / -	C / -	B / -	B / -	-	-
	1,32	1516	1450	967	B / -	C / -	B / -	C / -	-	-

					DX225LC-5					
Tipo de cucharón	Capacidad (m³) SAE	Ancho (mm)		Peso (kg)	Pluma de una pieza de 5,7 m			Pluma de dos piezas de 5,85 m		Pluma SLR de 8,5 m
		Con bordes laterales	Sin bordes laterales		Balancín de 2,4 m	Balancín de 2,9 m	Balancín de 3,5 m	Balancín de 2,4 m	Balancín de 2,9 m	Balancín de 6,2 m
					Zapata de 600 mm	Zapata de 600 mm	Zapata de 600 mm	Zapata de 600 mm	Zapata de 600 mm	Zapata de 800 mm
DC	0,45	-	1500	357	-	-	-	-	-	A
U.G.	0,39	820	736	330	-	-	-	-	-	A
	0,51	772	722	529	A	A	A	A	A	-
	0,81	1128	1065	654	A	A	A	A	A	-
	0,92	1236	1173	697	A	A	A	A	A	-
	1,05	1372	1309	751	A	A	B	A	B	-
	1,17	1493	1430	809	A	B	C	B	C	-
	1,28	1607	1544	848	B	C	D	C	C	-
HD	0,73	982	916	732	A	A	A	A	A	-
	0,90	1130	1064	804	A	A	A	A	A	-
	1,07	1286	1220	864	A	B	C	A	B	-
	1,24	1438	1372	923	B	C	D	C	C	-
	1,32	1516	1450	967	C	C	D	C	D	-
	1,49	1666	1600	1039	C	D	-	D	D	-

A: Apto para materiales con densidad igual o inferior a 2100 kg/m³.

B: Apto para materiales con densidad igual o inferior a 1800 kg/m³.

➤ Capacidad de líquidos

	DX225LC-5	DX235LC-5 y DX235NLC-5
Depósito de combustible	400 l	339 l
Sistema de refrigeración (radiador)	38,4 l	38,4 l
Depósito de urea (DEF)	31,5 l	31,5 l
Depósito del aceite hidráulico	195 l	200 l
Aceite del motor	27 l	27 l
Mecanismo de giro	5,0 l	5,0 l
Dispositivo de desplazamiento	2 x 3,0 l	2 x 3,0 l

➤ Cabina cerrada

El control de climatización es óptimo gracias a la integración de los sistemas de aire acondicionado y calefacción. Un ventilador controlado automáticamente suministra aire presurizado y filtrado a la cabina a través de múltiples respiraderos. El asiento del operador, regulable, calefactado y con suspensión neumática, incluye cinturón de seguridad. El operador puede ajustar el asiento ergonómico y la consola del joystick por separado según sus preferencias.

➤ Emisión de ruido

	DX225LC-5	DX235LC-5 y DX235NLC-5
Nivel de presión acústica de emisión ponderada A en la posición del operador, LpAd (ISO 6396:2008)	70 dB(A)	69 dB(A)
Nivel de potencia acústica ponderada A, LwAd (2000/14/CE)	Declarado: 103 dB(A) Medido: 101 dB(A)	Declarado: 102 dB(A) Medido: 100 dB(A)

Nota: Los valores declarados de emisiones de ruido de una sola cifra son la suma de los valores medidos y la incertidumbre asociada; representan los límites superiores del intervalo de valores que es probable que se den en las mediciones.

Dimensiones

Dimensiones

	DX235LC-5 y DX235NLC-5				DX225LC-5					
	Pluma de una pieza		Pluma de dos piezas		Pluma de una pieza			Pluma de dos piezas		SLR
Longitud de la pluma (mm)	5700		5850 (3100 LB + 2800 UB)		5700			5850 (3100 LB + 2800 UB)		8500
Longitud del balancín (mm)	2400	2900	2400	2900	2400	2900	3500	2400	2900	6200
Capacidad del cucharón (m³)	1,05	0,92	0,92	0,81	1,05	0,92	0,81	0,92	0,81	0,39
A Radio de giro del voladizo (mm)	2755	2755	2755	2755	2795	2795	2795	2795	2795	2795
B Altura de envío (pluma) (mm)	2970	2870	3100	3080	2965	2865	3130	3100	3080	3185
C Altura de envío (astiguillo) (mm)	3130	3005	3100	3080	3130	3005	3330	3100	3080	3275
D Longitud de envío (mm)	9505	8925	9655	9645	9545	9495	9545	9695	9685	12360
E Ancho de envío estándar (mm)	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990
E' Ancho de envío estrecho (mm)	2540	2540	2540	2540	-	-	-	-	-	-
F Distancia al contrapeso (mm)	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090	1090
G Altura hasta techo de cabina (mm)	2985	2985	2985	2985	2980	2980	2980	2980	2980	2980
H Ancho del cuerpo (mm)	2540	2540	2540	2540	2710	2710	2710	2710	2710	2710
I Altura de cabina sobre el cuerpo (mm)	840	840	840	840	840	840	840	840	840	840
J Ancho de la cabina (mm)	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010	1010
K Distancia entre ejes (mm)	3650	3650	3650	3650	3650	3650	3650	3650	3650	3650
L Longitud de la oruga (mm)	4445	4445	4445	4445	4445	4445	4445	4445	4445	4445
M Ancho de tren inferior estándar (mm)	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990	2990
M' Anchura del tren inferior estrecho (mm)	2540	2540	2540	2540	-	-	-	-	-	-
N Ancho de zapatas estándar (mm)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
N' Ancho de zapatas estr. (mm)	500	500	500	500	-	-	-	-	-	-
O Altura de la oruga (mm)	945	945	945	945	945	945	945	945	945	945
P Distancia libre sobre el suelo (mm)	475	475	475	475	475	475	475	475	475	475

Fuerzas de excavación (ISO)

	DX235LC-5 y DX235NLC-5				DX225LC-5					
	Pluma de una pieza		Pluma de dos piezas		Pluma de una pieza			Pluma de dos piezas		SLR
Longitud de la pluma (mm)	5700		5850 (3100 LB + 2800 UB)		5700			5850 (3100 LB + 2800 UB)		8500
Longitud del balancín (mm)	2400	2900	2400	2900	2400	2900	3500	2400	2900	6200
Capacidad del cucharón (m³)	1,05	0,92	0,92	0,81	1,05	0,92	0,81	0,92	0,81	0,39
CUCHARÓN (Normal/alta presión) (t)	15,5 / 16,5	15,5 / 16,5	15,5 / 16,5	15,5 / 16,5	14,3 / 15,2	14,3 / 15,2	14,3 / 15,2	14,3 / 15,2	14,3 / 15,2	9,4 / 10,0
BALANCÍN (Normal/alta presión) (t)	11,9 / 12,6	10,2 / 10,8	11,9 / 12,6	10,2 / 10,8	11,9 / 12,6	10,2 / 10,8	9,1 / 9,7	11,9 / 12,6	10,2 / 10,8	5,6 / 6,0

Perímetro de trabajo

➤ Perímetro de trabajo

	DX235LC-5 y DX235NLC-5				DX225LC-5					
	Pluma de una pieza		Pluma de dos piezas		Pluma de una pieza			Pluma de dos piezas		SLR
Longitud de la pluma (mm)	5700		5850 (3100 LB + 2800 UB)		5700			5850 (3100 LB + 2800 UB)		8500
Longitud del balancín (mm)	2400	2900	2400	2900	2400	2900	3500	2400	2900	6200
Capacidad del cucharón (m³)	1,05	0,92	0,92	0,81	1,05	0,92	0,81	0,92	0,81	0,39
A Alcance máximo de excavación (mm)	9465	9880	9680	10485	9460	9880	10385	9675	10110	15380
B Alcance máximo de excavación (suelo) (mm)	9275	9710	9495	10310	9275	9710	10215	9495	9940	15265
C Profundidad máxima de excavación (mm)	6080	6580	5985	6735	6080	6580	7185	5980	6440	11650
D Altura máxima de carga (mm)	6700	6840	8010	8645	6700	6840	6985	8010	8315	10845
E Altura mínima de carga (mm)	3010	2500	3920	3500	3010	2500	1895	3920	3325	1895
F Altura máxima de excavación (mm)	9450	9555	10910	11545	9450	9555	9660	10905	11200	13075
G Altura máxima del pasador del cucharón (mm)	8155	8295	9465	10115	8155	8295	8440	9465	9770	12075
H Profundidad máxima de excavación vertical (mm)	5360	5620	4950	4680	5360	5620	5970	4950	5325	9710
I Radio máximo en vertical (mm)	6025	6380	6355	7765	6025	6380	6740	6355	6635	10065
J Profundidad máxima de excavación (fondo plano a 8 pies/2,44 m) (mm)	5865	6390	5860	6630	5865	6390	7005	5860	6330	11305
K Radio mínimo en línea de 8 pies/2,44 m (mm)	2840	2820	1710	1675	2840	2820	2785	1710	1710	3855
L Radio mínimo de giro (mm)	3575	3560	2790	2935	3575	3560	3615	2790	2625	4960
d Ángulo del cucharón (°)	177	177	177	174	177	177	177	177	177	177

➤ Cucharones Doosan

4 más. Más posibilidades, más durabilidad, más resistencia, más rendimiento.

Cucharón para construcción en general	Cucharón para tareas pesadas de construcción	Cucharón para tareas duras de minería	Cucharón para tareas extremas de minería
El cucharón de uso general está diseñado para excavar y manejar materiales blandos e intermedios (p. ej., con características de bajo desgaste como la capa superficial del suelo, manga, carbón).	El cucharón para tareas pesadas está diseñado para excavaciones a gran escala en materiales densos como arcilla compactada, piedra caliza barrenada, grava u otro material con contenido limitado de roca.	El cucharón para condiciones muy duras está diseñado para proporcionar durabilidad al excavar materiales compactos, como roca suelta o volada, arcilla compactada dura y piedra.	El cucharón para tareas extremas está diseñado para excavar los materiales más abrasivos; es como una versión de larga vida útil del cucharón para condiciones muy duras.

Anexo 30. Especificaciones técnicas de la excavadora de ruedas CAT-M322C

Engine

Engine Model	Cat 3056E ATAAC	
Gross Power	127 kW	170 hp
Net Power	122 kW	164 hp
ISO 9249	122 kW	164 hp
EEC 80/1269	122 kW	164 hp
Bore	100 mm	3.94 in
Stroke	127 mm	5 in
Displacement	6 L	366 in ³
Cylinders	6	
Maximum Torque at 1,400 rpm	695 N·m	513 lb ft

- Ratings at 2,000 rpm.
- The 3056E ATAAC engine meets U.S. EPA non-road Tier 2 emission requirements.
- Net power advertised is the power available at the flywheel when the engine is equipped with fan, air cleaner, muffler and alternator.
- No engine derating required below 3000 m (9,840 ft).

Weights

Operating Weight	20 500 kg (45,195 lb) to 22 700 kg (50,045 lb)	
VA Boom		
Rear dozer only	21 000 kg	46,297 lb
Rear dozer, front outriggers	22 300 kg	49,163 lb
Front and rear outriggers	22 700 kg	50,044 lb
One-Piece Boom		
Rear dozer only	20 500 kg	45,195 lb
Rear dozer, front outriggers	21 800 kg	48,061 lb
Front and rear outriggers	22 200 kg	48,943 lb
Dozer Blade	900 kg	1,984 lb
Outriggers	1300 kg	2,866 lb
Counterweight	3900 kg	8,598 lb
2.21 m (7'3") Stick	580 kg	1,279 lb
2.48 m (8'2") Stick	600 kg	1,323 lb
2.78 m (9'2") Stick	670 kg	1,477 lb

Swing Mechanism

Swing Speed	10.5 rpm	
Swing Torque	56.3 kN·m	41,525 lb ft
Maximum Flow	112 L/min	30 gal/min
Pressure	31 000 kPa	4,496 psi

Cab

Cab/FOGS option	ISO 10262
-----------------	-----------

Hydraulic System

Tank Capacity	225 L	59 gal
System Capacity	350 L	92 gal
Maximum Pressure		
Implements	35 000 kPa	5,076 psi
Travel	35 000 kPa	5,076 psi
Maximum Flow	340 L/min	90 gal/min
Auxiliary System – Medium Pressure Max	3100 kPa	450 psi
Auxiliary System – Medium Pressure Max Flow	49 L/min	13 gal/min
Auxiliary System – High Pressure Max	32 998 kPa	4,786 psi
Auxiliary System – High Pressure Max Flow	340 L/min	90 gal/min

Transmission

Maximum Travel Speed	25 km/h	15.5 mph
1st Gear, Forward/Reverse	8 km/h	5 mph
2nd Gear, Forward/Reverse	25 km/h	15.5 mph
Creeper Speed (1st Gear)	4 km/h	2.5 mph
Creeper Speed (2nd Gear)	11 km/h	6.8 mph
Drawbar Pull	112 kN	25,179 lb
Maximum Gradeability	62 %	

Service Refill Capacities

Fuel Tank Capacity	385 L	102 gal
Cooling	39 L	10 gal
Engine Crankcase	16 L	4.2 gal
Rear Axle Housing (Differential)	14.5 L	3.8 gal
Front Steering Axle (Differential)	11 L	2.9 gal
Final Drive	2.5 L	0.7 gal
Powershift Transmission	2.5 L	0.7 gal

Tires

Standard	11.00-20 dual pneumatic
Optional	See Optional Equipment

Dimensions

All dimensions are approximate.

VA Boom Working Ranges

5.44 m (17'10") Variable adjustable boom, 1511 mm (59") tip radius bucket

Stick Length	2.2 m (7'3")	2.5 m (8'2")	2.9 m (9'6")
1 Maximum Digging Height	10 380 mm (34'1")	10 410 mm (34'2")	10 710 mm (35'2")
2 Maximum Dump Height	6970 mm (22'10")	7000 mm (23'0")	7300 mm (23'11")
3 Maximum Digging Depth	5980 mm (19'7")	6280 mm (20'7")	6680 mm (21'11")
4 Maximum Vertical Wall Digging Depth	4430 mm (14'6")	4470 mm (14'8")	4830 mm (15'10")
5 Maximum Depth 2.5 m (8'2")	5775 mm (18'11")	6090 mm (20'0")	6507 mm (21'4")
6 Maximum Reach	9710 mm (31'10")	9940 mm (32'7")	10 330 mm (33'11")
7 Maximum Reach at Ground Level	9530 mm (31'3")	9760 mm (32'0")	10 160 mm (33'4")
Bucket Forces (ISO 6015)	131 kN (29,450 lb)	131 kN (29,450 lb)	131 kN (29,450 lb)
Stick Forces (ISO 6015)	115 kN (25,853 lb)	106 kN (23,830 lb)	97 kN (21,810 lb)

One-piece Boom Working Ranges

5.65 m (18'6") One-piece boom, 1511 mm (59") tip radius bucket

Stick Length	2.2 m (7'3")	2.5 m (8'2")	2.9 m (9'6")
1 Maximum Digging Height	9670 mm (31'9")	9540 mm (31'4")	9760 mm (32'0")
2 Maximum Dump Height	6300 mm (20'8")	6230 mm (20'5")	6450 mm (21'2")
3 Maximum Digging Depth	5770 mm (18'11")	6070 mm (19'11")	6470 mm (21'3")
4 Maximum Vertical Wall Digging Depth	4480 mm (14'8")	4780 mm (15'8")	5160 mm (16'11")
5 Maximum Depth 2.5 m (8'2")	5565 mm (18'3")	5580 mm (18'4")	6297 mm (20'8")
6 Maximum Reach	9890 mm (32'5")	10 100 mm (33'2")	10 490 mm (34'5")
7 Maximum Reach at Ground Level	9720 mm (31'11")	9930 mm (32'7")	10 320 mm (33'10")
Bucket Forces (ISO 6015)	131 kN (29,450 lb)	131 kN (29,450 lb)	131 kN (29,450 lb)
Stick Forces (ISO 6015)	115 kN (25,853 lb)	106 kN (23,830 lb)	97 kN (21,810 lb)

Anexo 31. Especificaciones técnicas de la excavadora oruga HYUNDAI-305LC-7

305LC-7

DIMENSION & WORKING RANGES

APPEARANCE & DIMENSION

SPECIFICATIONS

Description		Unit	R305LC-7
Operating Weight		kg	29,400
Bucket Capacity		m ³	1.38
Engine	Maker	-	Cummins
	Model	-	C8.3-C
	Rated Power	hp/rpm	255 / 1,900
	Max torque	kgf.m/rpm	112.8 / 1,500
Hydraulic	Relief valve setting pressure	kgf/cm ²	330(360)
	Max. flow	ℓ/min	260 x 2
Performance	Swing Speed	rpm	11.0
	Travel Speed	km/h	5.2/3.1
	Max. digging force-Bucket	to n	17.2(18.7)
	Max. digging force-Arm	to n	12.6(13.8)
	Gradeability	deg.	35
	Max. drawbar pull	to n	27.3
Dimension	Tumbler distance (A)	mm	4,030
	Overall length of crawler (B)	mm	4,940
	Ground clearance of counterweight (C)	mm	1,190
	Tail swing radius (D)	mm	3,200
	Rear-end length (D')	mm	3,120
	Overall width of upperstructure (E)	mm	2,980
	Overall height of cab (F)	mm	3,010
	Min. ground clearance (G)	mm	500
	Track gauge (H)	mm	2,600
	Overall length (I)	mm	10,960
	Overall height of boom (J)	mm	3,290
	Track shoe width (K)	mm	600
	Overall width (L)	mm	3,200
Capacity	Fuel Tank	ℓ	480
	Hydraulic tank	ℓ	210

WORKING RANGES

Description		Unit	R305LC-7
Working Range	Boom length	mm (ft - in)	6,250 (20' 8")
	Arm length	mm (ft - in)	3,050 (10' 0")
	Max. digging reach (A)	mm (ft - in)	10,820 (35' 6")
	Max. digging depth (B)	mm (ft - in)	7,500 (24' 7")
	Max. digging height (D)	mm (ft - in)	10,160 (33' 4")
	Max. dumping height (E)	mm (ft - in)	7,110 (23' 4")
	Min. swing radius (F)	mm (ft - in)	4,230 (13' 11")
	Max. swing radius (G)	mm (ft - in)	10,960 (35' 9")

CONSTRUCTION EQUIPMENT

Head Office 1, JONGN-DOONG, DONG-GU, ULSAN, KOREA
Tel (K) (52) 263-7970, 7729 Fax (K) (52) 263-7978, 7722

U.S. Operation Hyundai Construction Equipment U.S.A., Inc.
905 STEEL AVENUE, ELK GROVE VILLAGE, IL 60007
Tel (U) 815-401-3333 Fax (U) 815-401-3514

European Operation Hyundai Heavy Industries Europe NV
VOSSENDAAL 11, 2440 GEL, BELGIUM
Tel (E) 34622000 Fax (E) 34622001

PLEASE CONTACT

www.hyundai-ce.com

2008. 03 Rev 3.

RECIBIDO
04 SEP 2017
OBRA: ALTOVERDE
INVERSIONES EN INMUEBLES LIMA S.A.

INVERSIONES EN INMUEBLES LIMA S.A.C.

CONTROL DE VEHICULOS CON RESIDUOS SOLIDOS AL BOTADERO FINAL

FECHA: JUEVES 24-08-2017

NOMBRE DEL CONTROLADOR: Wilson Rodas

EMPRESA CONTRATISTA: Transportes Sateay

NOMBRE DEL BOTADERO: Cella

N-	Nombres y Apellidos	Licencia	Placas	POR VIAJE		POR VIAJE		POR VIAJE		SALIDA	INGRESO	VB
				INGRESO	SALIDA	INGRESO	SALIDA	INGRESO	SALIDA			
1	Denny Lopezari Cabal	-	W35-817	8:44.am	9:08.am	10-04	10-20	11:25.am	11:49.am	20.m ³ .		
2	Guillermo Minostiegar	-	G3A-860	9:10.am	9:21.am	10-22	10-35	11:50.	12:0.m	19.m ³ .		
3	Uria Pacheco Percy	-	A3A-868	9:24.am	9:36.am	10-36	11:24	-	-	18.m ³ .		
4	T	U	R	N	O	T	A	R	D	E		
5												
6	Vera Pacheco Percy	-	A3A-868	13:03.p	13:16.	2:26.p	2:40.	3:58.	4:10.p	18.m ³ .		
7	Thomy Harzati Cabal	-	W35-817	13:29.	14:08	3:18.p	3:38.			20.m ³ .		
8	Guillermo Minostiegar	-	G3A-860	14:10	14:21	3:42.p	3:55.			19.m ³ .		
9												
10												
11												

Por día 15 Volquetados 185 m³ Total