



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Descripción del proceso constructivo durante la etapa de excavación de una edificación para identificar los residuos de materiales constructivos de mayor contaminación

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniera Civil

AUTORES

Castilla Sedano, Cinthia Alexandra
ORCID: 0009-0004-9485-0598

Córdova Huamán, Fabiola
ORCID: 0009-0009-2495-4515

ASESOR

Sueldo Mesones, Jaime Pio
ORCID: 0000-0003-3760-8370

Lima, Perú

2023

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos de los autores

Castilla Sedano, Cinthia Alexandra

DNI: 70898778

Córdova Huamán, Fabiola

DNI: 73897993

Datos de asesor

Sueldo Mesones, Jaime Pio

DNI: 43703437

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Cordova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-4778-3789

JURADO 2

Valencia Gutierrez, Andres Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

JURADO 3

Estrada Mendoza, Miguel Luis

DNI: 10493289

ORCID: 0000-0002-8646-3852

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotras, Cinthia Alexandra Castilla Sedano, con código de estudiante N°201611170, con DNI N°70898778, con domicilio en Mz. D Lt. 07, sector 2 Grupo 18, distrito Villa El Salvador, provincia y departamento de Lima, y Fabiola Córdova Huamán, con código de estudiante N°201611196, con DNI N°73897993, con domicilio en Mz. A Lt 12 Jr. Las Florencias, distrito Lurín, provincia y departamento de Lima, en nuestra condición de bachilleres en Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, declaramos bajo juramento que:

La presente tesis titulada: “Descripción del procedimiento de excavación de una edificación para identificar los residuos de materiales constructivos de mayor contaminación” es de nuestra única autoría, bajo el asesoramiento del docente Jaime Pio Sueldo Mesones, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc.; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 16% de similitud final.

Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis, el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumimos responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratificamos plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de nuestro conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumimos toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y somos conscientes de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, nos sometemos a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 19 de noviembre de 2023



Cinthia Alexandra Castilla Sedano

DNI N°70898778



Fabiola Córdova Huamán

DNI N°73897993

INFORME DE ORIGINALIDAD TURTININ

Descripción del proceso constructivo durante la etapa de excavación de una edificación para identificar los residuos de materiales constructivos de mayor contaminación

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	2%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	2%
4	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	mafresa.es Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unb.br Fuente de Internet	<1%
8	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%


Dra. Vargas Chang Esther Jori

DEDICATORIA

A mis padres Javier e Hilda, por haberme formado con virtudes, valores y por su apoyo constante motivándome a seguir a pesar de las dificultades. A mis hermanos Anderson, Piero y Luciana por su paciencia y apoyo para lograr mis objetivos.

Castilla Sedano, Cinthia Alexandra

Dedicada a Dios por cuidarme y guiar mis pasos. A mis padres, por su esfuerzo, su dedicación, por su amor incondicional y haberme enseñado que me impulsaron no rendirme y ser persistente con todas mis metas deseadas. A mi abuelita Fortunata, por su apoyo incondicional que ha estado a mi lado en todo momento desde siempre.

Córdova Huamán, Fabiola

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a nuestra alma máter, la Universidad Ricardo Palma por ser la alentadora de los conocimientos y valores en el recorrido de nuestra carrera.

A nuestro asesor Dr. Jaime Sueldo Mesones, por la orientación, el apoyo y dedicación constante que nos brinda para una correcta realización de nuestro trabajo de investigación.

Castilla Sedano, Cinthia Alexandra
Córdova Huamán, Fabiola

ÍNDICE GENERAL

METADATOS COMPLEMENTARIOS	II
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	III
INFORME DE ORIGINALIDAD TURTININ	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos.....	2
1.1.1. Problema general.....	8
1.1.2. Problemas específicos.....	8
1.2. Objetivo general y específico	8
1.2.1. Objetivo General.....	8
1.2.2. Objetivos Específicos.	8
1.3. Delimitación de la investigación	8
1.3.1. Delimitación temporal.....	8
1.3.2. Delimitación espacial.	8
1.3.3. Delimitación temática.....	8
1.4. Justificación e Importancia.....	9
1.4.1. Importancia de la investigación.....	9
1.4.2. Justificación teórica.	9
1.4.3. Justificación Social.	9
1.4.4. Justificación Práctica.	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Marco histórico	10
2.2. Antecedentes del estudio de investigación	11
2.2.1. Investigaciones Nacionales.....	11
2.2.2. Investigaciones Internacionales	12

2.3.	Bases Teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.....	14
2.3.1.	Procedimiento de excavación.....	14
2.3.2.	Tipos de Excavaciones	14
2.3.3.	Residuos de materiales.....	20
2.4.	Definición de términos básicos.	28
2.4.1.	Residuos de construcción y demolición (RCD).....	28
2.4.2.	Impacto Ambiental.....	28
2.4.3.	Residuos Sólidos	28
2.4.4.	Excedentes de Obra	28
2.4.5.	Daño Ambiental	28
2.4.6.	Construcción	28
2.4.7.	Segregación	29
2.4.8.	Proceso de Encofrado.....	29
2.4.9.	Vaciado de Concreto	29
2.4.10.	Excedente de obra.	29
2.4.11.	Segregación.....	29
2.4.12.	Demolición.....	29
2.4.13.	Daño ambiental.	29
2.4.14.	Residuos.....	30
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....		31
3.1.	Hipótesis.....	31
3.1.1.	Hipótesis Principal.....	31
3.1.2.	Hipótesis Secundarias.....	31
3.2.	Variables	31
3.2.1.	Definición conceptual de las variables	31
3.2.2.	Operacionalización de las variables.....	31
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		33
4.1.	Tipo y nivel de investigación	33
4.1.1.	Tipo de investigación.....	33
4.1.2.	Método de investigación	33
4.1.3.	Nivel de la investigación.....	33
4.2.	Población y Muestra.....	33
4.2.1.	Población de estudio.....	33
4.2.2.	Diseño muestral.	33

4.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
4.4.	Procedimientos para recolección de datos.....	34
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		35
5.1.	Diagnóstico y situación actual.....	35
5.1.1.	Características del Proyecto.	35
5.1.2.	Proceso Constructivo	39
5.2.	Porcentaje de desperdicio de desechos de concreto.....	47
5.2.4.	Etapas de vaciado de muros anclados.....	51
5.2.3.	Clasificación de desechos de concreto.....	56
5.2.4.	Demolición de cimientos existentes.....	58
5.3.	Porcentaje de desperdicio de acero	59
5.3.1.	Características del acero.....	59
5.3.2.	Habilitación de acero.....	60
5.3.3.	Colocación de malla de acero	60
5.3.4.	Separación de residuos de acero	62
5.4.	Porcentaje de desechos de madera.....	62
5.4.1.	Características del encofrado de madera.....	62
5.4.2.	Modulación de encofrado de madera	62
5.4.3.	Proceso de encofrado de muros, cimentación y zapatas	64
5.5.	Presentación de resultados	65
5.5.1.	Metrados de concreto	65
5.5.2.	Metrado de acero.....	69
5.5.3.	Metrado de madera.....	71
5.6.	Análisis de resultados	74
5.7.	Discusión de los resultados.....	78
CONCLUSIONES		80
RECOMENDACIONES		81
REFERENCIAS.....		82
ANEXOS		84
Anexo A: Matriz de Consistencia.....		84
Anexo B: Vale de eliminación de material sucio.....		85
Anexo C: Vale de eliminación de material sucio.....		86
Anexo D: Vale de eliminación de material sucio.....		87

Anexo E: Vale de eliminación de material sucio	88
Anexo F: Vale de eliminación de material sucio	89
Anexo G: Metrados de residuos de construcción.....	90
Anexo H: Metrados de residuos de construcción.....	91
Anexo I: Metrado de material por eliminación de desmonte.....	93
Anexo J: Vale de eliminación de material sucio	95
Anexo K: Cuadros finales de residuos de construcción.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Licencias para la construcción otorgadas por las municipalidades por distritos, según departamentos, 2017.....	3
Tabla 2 Residuos peligrosos	22
Tabla 3 Residuos no peligrosos	23
Tabla 4 Operacionalización de variables	32
Tabla 5 Metrado de concreto	66
Tabla 6 Metrado de concreto	67
Tabla 7 Metrado de desperdicio por demolición manual	68
Tabla 8 Desperdicio Total del Concreto	69
Tabla 9 Metrado de acero	70
Tabla 10 Metrado de madera por muros	72
Tabla 11 Comparación de porcentajes de residuos de construcción.....	74
Tabla 12 Comparación de desperdicio de concreto y demolición	75
Tabla 13 Comparación de residuos de construcción de concreto y acero	76
Tabla 14 Comparación de residuos de construcción de concreto y madera	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Índice de Producción de la construcción enero 2021-marzo 2023.....	4
Figura 2 Puente Bella Unión.....	5
Figura 3 Residuos de demolición.....	6
Figura 4 Desechos de concreto por lechada.....	6
Figura 5 Desechos de plástico por el personal obrero	7
Figura 6 Desechos de demolición manual de cimiento	7
Figura 7 Sistema de Vaciado Convencional	17
Figura 8 Procedimiento de vaciado	17
Figura 9 Proceso de enmallado de muro.....	18
Figura 10 Proceso de encofrado.....	19
Figura 11 Proceso de Desencofrado	20
Figura 12 Desechos de concreto	24
Figura 13 Desechos de concreto	24
Figura 14 Desechos de Concreto	25
Figura 15 Residuos de acero	26
Figura 16 Desechos de madera	27
Figura 17 Desechos de madera	27
Figura 18 Distritos de Lima Metropolitana	36
Figura 19 Ubicación de la vivienda multifamiliar Roca y Boloña	37
Figura 20 Elevación y Corte del proyecto Roca y Boloña de 623.40 m2.....	39
Figura 21 Excavación masiva del primer sótano	40
Figura 22 Excavación masiva del primer sótano	40
Figura 23 Excavación masiva del primer sótano	41
Figura 24 Izaje de cables	42
Figura 25 Proyección para perforación de muros.....	42
Figura 26 Demolición manual.	43
Figura 27 Encofrado de muros.....	43
Figura 28 Proceso de enmallado de muros	44
Figura 29 Proceso de vaciado de muros.	44
Figura 30 Residuos de concreto.....	45
Figura 31 Muros anclados.....	45
Figura 32 Excavación masiva del segundo sótano.	46

Figura 33 Excavación localizada de zapatas y vigas de cimentación.....	46
Figura 34 Excavación localizada de zapatas y vigas de cimentación.....	47
Figura 35 Proceso de slump de probetas	49
Figura 36 Proceso de Curado de Muros.....	51
Figura 37 Imagen de muros anclados.	52
Figura 38 Proceso de perforación de muros.	53
Figura 39 Proceso de perforación de puntos.....	54
Figura 40 Vista en planta del plano de anclajes.....	55
Figura 41 Detalle para apertura de muros.....	56
Figura 42 Vaciado de muros	57
Figura 43 Vaciado de muros.	57
Figura 44 Demolición de cimientos.....	58
Figura 45 Demolición de cimientos.....	58
Figura 46 Armado de malla de acero.....	61
Figura 47 Malla de acero	61
Figura 48 Recolección de acero.....	62
Figura 49 Encofrado de zapata	63
Figura 50 Encofrado de muro	63
Figura 51 Encofrado de muro	64
Figura 52 Encofrado de cimiento.....	64
Figura 53 Encofrado de zapata	65
Figura 54 Comparación de porcentajes de residuos de construcción	74
Figura 55 Comparación de desperdicio de concreto y demolición.....	75
Figura 56 Comparación de residuos de construcción de concreto y acero.....	76
Figura 57 Comparación de residuos de construcción de concreto y madera.....	77

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación es determinar porcentualmente los residuos de materiales de mayor contaminación que se generan durante la etapa del proceso constructivo de excavación de una vivienda multifamiliar en el distrito Miraflores.

En el presente trabajo de investigación se realizó la descripción del proceso constructivo de una vivienda multifamiliar la cual el enfoque fue la contaminación que se da durante el proceso de excavación y la contaminación de las diversas partidas involucradas en el proceso constructivo de muros, que se realiza durante el proceso de excavación. El primer análisis se dará durante el proceso de vaciado de concreto en muros, la contaminación que generan los desperdicios cuando acaba el proceso de vaciado. Así mismo cuando se realiza la demolición de cimentación. El segundo análisis se dará en el proceso de realización de mallas de acero, la contaminación que generan los desperdicios, durante el proceso de corte, etc. Y finalmente durante el proceso de encofrado, al realizar los cortes de madera para realizar la modulación. Todo esto será analizado a través de supervisión en campo, en el distrito de Miraflores.

Así mismo se realizarán los cálculos correspondientes de metrados, para determinar el porcentaje que generó mayor cantidad de desperdicios. Finalmente se hará la comparación de porcentajes para poder así determinar el residuo con mayor contaminación.

Palabras claves: Muros anclados, Obra con residuos constructivos, proceso constructivo, excavación.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine, in percentage terms, the waste of the most contaminated materials that are generated during the stage of the construction process of excavation of a multi-family home in the Miraflores district.

In the present research work, a description of the construction process of a multi-family home was carried out, the focus being the contamination that occurs during the excavation process and the contamination of the various items involved in the construction process of walls, which is carried out during the excavation process. The first analysis will occur during the process of pouring concrete into walls, the pollution generated by waste when the pouring process ends. Likewise when the foundation demolition is carried out. The second analysis will occur in the process of making steel meshes, the pollution generated by waste, during the cutting process, etc. And finally during the formwork process, when making the wood cuts to carry out the modulation. All this will be analyzed through field supervision, in the Miraflores district.

Likewise, the corresponding calculations of meters will be carried out to determine the percentage that generated the greatest amount of waste. Finally, the comparison of percentages will be made in order to determine the waste with the greatest contamination.

Keywords: Anchored walls, Work with construction waste, construction process, excavation.

INTRODUCCIÓN

La construcción es uno de los sectores fundamentales para el progreso económico de los países (Villegas, Souza, & Sacapuca, 2013); sin embargo, es una actividad que demanda importantes recursos naturales tales como la energía, agua, entre otros. Las consecuencias de esta demanda son elevadas tasas de generación de residuos de construcción que se producen a nivel mundial, sin que existan razonables diferencias entre progreso económico y volumen de residuos generados.

En el capítulo I, se inicia desarrollando la investigación presente, dando a conocer la realidad problemática, para obtener el problema general y específico y de la misma manera el planteamiento de los objetivos general y específicos, como la delimitación de la investigación y por último la justificación e importancia.

En el capítulo II, se desarrolla el marco teórico que fundamenta y sustenta nuestro trabajo de investigación, mediante los antecedentes nacionales e internacionales, como la de las bases teóricas y la definición de términos básicos incluidos en el trabajo de investigación

En el capítulo III, se desarrolla el sistema de hipótesis, como la Operacionalización de las variables independiente y dependiente. Como hipótesis general se plantea La gestión de residuos de construcción y demolición para la construcción de viviendas, incide en la construcción de una vivienda unifamiliar en el distrito de Miraflores.

En el capítulo IV, se desarrolla la metodología a emplear en esta investigación, entre ellos se detalla el tipo, nivel o alcance, enfoque, método, diseño, así como la técnica e instrumentos para la recolección de datos.

En el capítulo V, se realiza el análisis de interpretación de los resultados calculando la partida que generó mayor cantidad de desperdicios en la construcción de la edificación de una vivienda multifamiliar en Miraflores.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y formulación del problema general y específicos

Según García, Quito & Perdomo (2020) la contaminación que originan las construcciones civiles, se estima que tienen un porcentaje del 40% a nivel mundial, en su mayoría ocupados en la obtención de materias primas, como también su traslado seguido de la manufacturación, cerca de 2 toneladas de materias primas se necesitan por cada metro cuadrado de una edificación.

Uno de los factores importantes del crecimiento económico en los países es el sector construcción (Villegas, Souza, & Sacapuca, 2013); pero, esta actividad hace uso de fundamentales materias primas, entre otros. El resultado genera alta reproducción de residuos en las construcciones a nivel mundial, por ese motivo no existen diferencias entre el volumen de residuos y progreso económico

Actualmente, la construcción de sótanos es un proceso común en el mundo, cuya utilidad depende de la ubicación del proyecto. Los procesos de excavación masiva constituyen una de las partidas más importantes dentro del proceso constructivo de una construcción, ya que esta demanda una cantidad considerable del presupuesto y tiempo de ejecución. (Altamirano, Delgadillo & Cornejo ,2021).

En el Perú una de las causas de contaminación ambiental se da por la generación de residuos de construcciones. Según la Marina de Guerra y el Ministerio del Ambiente, se ha vuelto más frecuente en Perú desde 2013. Al día se producen unas 19 toneladas de desmontes que lleva piedras, ladrillo, grava, hormigón, restos de cerámica, madera entre otros.

Según el INEI en su informe del 2017, el sector de la construcción es uno de los sectores que genera mayor crecimiento económico. En la Tabla 1 se muestra que en la provincia de Lima se han emitido 7216 licencias de edificación emitidos por las municipalidades, sin incluir las edificaciones de autoconstrucción sin licencia de edificación.

Tabla 1

Licencias para la construcción otorgadas por las municipalidades por distritos, según departamentos, 2017

D. REGISTRO NACIONAL DE MUNICIPALIDADES
18.16 LICENCIAS PARA LA CONSTRUCCIÓN OTORGADAS POR LA MUNICIPALIDAD
POR TIPO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 2017

Departamento	Municipalidades que otorgaron	Licencias para construcción						
		Total	Terminado Terrestre	Construcción de viviendas unifamiliares	Construcción de viviendas multifamiliares	Hoteles	Restaurantes	Otros ^Y
Total	829	35 200	27	24 711	7 931	637	645	1 249
Amazonas	16	300	-	238	49	6	3	4
Áncash	49	1 024	2	802	159	18	35	8
Apurímac	34	708	1	572	58	22	52	3
Arequipa	65	2 375	3	1 426	721	82	62	81
Ayacucho	56	1 483	4	1 244	196	12	25	2
Cajamarca	31	680	3	493	139	11	24	10
Callao ^{Z/}	7	252	-	111	136	-	1	4
Cusco	55	1 145	-	442	440	30	24	209
Huancavelica	41	726	-	648	43	6	10	19
Huánuco	25	458	2	296	99	30	27	4
Ica	31	2 551	1	2 222	288	17	10	13
Junín	70	2 191	-	1 112	1 018	41	6	14
La Libertad	37	2 505	2	2 146	298	18	21	20
Lambayeque	32	2 159	-	1 732	349	42	25	11
Lima	94	7 216	1	3 853	2 736	67	212	347
Loreto	8	569	-	434	99	24	10	2
Madre de Dios	6	350	1	268	77	2	1	1
Moquegua	8	242	-	184	32	12	1	13
Pasco	19	173	2	144	13	6	8	-
Piura	37	2 834	1	2 535	138	17	12	131
Puno	35	948	2	666	82	14	19	165
San Martín	49	2 371	2	1 731	458	96	31	53
Tacna	7	675	-	414	116	20	2	123
Tumbes	9	516	-	416	90	-	9	1
Ucayali	8	749	-	582	97	44	15	11

^Y Comprende: Cerco perimétrico, oficinas, instituciones educativas, estaciones de servicios, entre otros.

^{Z/} Provincia Constitucional.

Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Registro Nacional de Municipalidades 208. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3826>

De acuerdo a la conferencia de prensa de la cámara peruana de la construcción (CAPECO) 2018, Gerald Fort Basso señaló que la informalidad en la construcción afecta a la sociedad, y además es el primordial problema ambiental de nuestros países.

Al parecer la demolición es más rentable que una construcción más en Lima, donde cada día se producen 30.000 m³ de desmonte, es decir, unas 19.000 toneladas. (Aguilar y Loo, 2017).

En Lima existen seis lugares autorizados para recibir residuos sólidos en Lurín, Cañete, Ate y tres en el Callao, pero ninguno exclusivamente para desmonte de construcciones. (Leon,2017).

Según el informe técnico INEI, el sector producción de la construcción tuvo una disminución de 12.42% por el menor consumo de cemento y disminución de avance de obras.

Se registró un resultado negativo en cuanto al consumo interno del cemento (-15.33 %), debido a la menor actividad de autoconstrucciones y obras privadas.

A nivel de Gobierno Local el avance de obras decreció (-30.49%), a diferencia del Nacional (56.93%) y Regional que ascendió (1.98%).

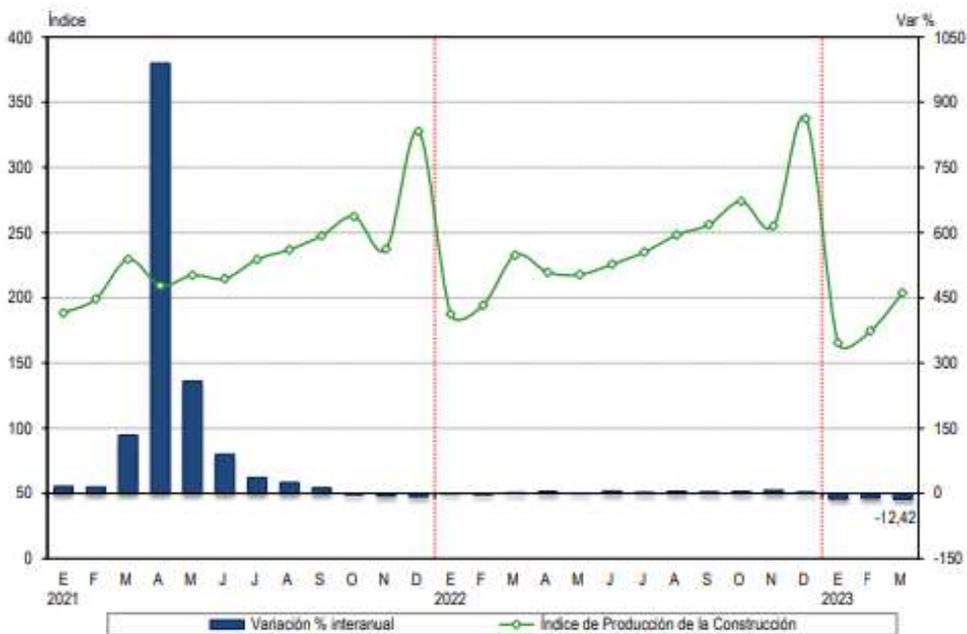
En cuanto al tipo de obra hubo una disminución de Servicios básicos del (-25.65%) y en Infraestructura Vial del (-9.51 %).

Sin embargo, en construcción de edificios hubo un aumento del (9.36%) y en Obras de Prevención de Riesgos en (46.51%).

En la Figura 1 muestra el índice de producción de la construcción.

Figura 1

Índice de Producción de la construcción enero 2021-marzo 2023



Nota: INEI 2023 Tomado de: Índice de Producción de la construcción enero 2021-marzo. Tomado: file:///C:/Users/Asus/Downloads/05-informe-tecnico-produccion-nacional-mar-2023%20(1).pdf

Según el diario la República se encontraron más de 110 toneladas de residuos constructivos, entre bloques de concreto y desperdicios de demolición.

En la Figura 2 se muestra la limpieza de residuos constructivos.

Figura 2

Puente Bella Unión



Nota: La limpieza se dio en el cruce de la Av. Venezuela con la Av. Universitaria, en el centro de Lima. Tomado de la República, 2020.

<https://larepublica.pe/sociedad/2020/09/15/cercado-de-lima-recogen-mas-de-110-toneladas-de-desmonte-y-basura>

En el proceso constructivo de los sótanos dentro de la excavación masiva se encuentra la partida de demolición de cimientos la cual es otra causa de contaminación atmosférica, sonora, entre otros. En nuestro proyecto “Roca y Boloña” observamos que por cada partida hay un porcentaje de residuos la cual afectan al medio ambiente.

En la figura 3 muestra la demolición de cimientos de la obra.

Figura 3

Residuos de demolición



Nota: Demolición de cimiento. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

En la Figura 4 se muestra la lechada, la cual es un desperdicio de concreto.

Figura 4

Desechos de concreto por lechada



Nota: Residuos de concreto. Tomado de: Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

En la Figura 5 se muestra el desecho del plástico en la obra.

Figura 5

Desechos de plástico por el personal obrero



Nota: Residuos de plástico. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

En la Figura 6 se muestra la demolición manual de los cimientos existentes.

Figura 6

Desechos de demolición manual de cemento



Nota: Residuos de concreto. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

1.1.1. Problema general.

¿En qué porcentaje durante la etapa del proceso constructivo de excavación se generan los residuos materiales de mayor contaminación en la construcción de una vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores?

1.1.2. Problemas específicos.

- a) ¿De qué manera durante la etapa del proceso constructivo de excavación el vaciado de muros influye en la cantidad de desperdicios de concreto?
- b) ¿De qué manera durante la etapa del proceso constructivo de excavación el enmallado de muro influye en la cantidad de desperdicios de acero?
- c) ¿De qué manera durante la etapa del proceso constructivo de excavación el encofrado de muros influye en la cantidad de desperdicios de madera?

1.2. Objetivo general y específico

1.2.1. Objetivo General.

Determinar porcentualmente los residuos de materiales de mayor contaminación que se generan durante la etapa del proceso constructivo de excavación de una vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- a) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de concreto.
- b) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de acero.
- c) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de madera.

1.3. Delimitación de la investigación

1.3.1. Delimitación temporal.

El desarrollo de la tesis “Descripción del procedimiento de excavación de una edificación para identificar los residuos de materiales constructivos de mayor contaminación” fue elaborado entre el mes de mayo hasta el mes de diciembre.

1.3.2. Delimitación espacial.

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Miraflores, provincia de Lima, en el departamento de Lima, utilizando información documental y observacional durante la etapa de construcción y demolición de dicha edificación.

1.3.3. Delimitación temática.

En esta presente investigación, las bases temáticas consideradas fueron tesis y artículos

relacionados con el tema.

1.4. Justificación e Importancia

1.4.1. Importancia de la investigación.

El sector construcción es una de las ramas de la ingeniería que origina mayor contaminación a nivel mundial. El proceso de demolición y excavación es una de las partidas dentro de la ejecución de una edificación que origina mayor cantidad de desechos, como concreto, trozos de acero y restos de madera. Nuestra investigación es importante ya que tendremos conocimiento de que partidas dentro del proceso excavación origina mayor cantidad de desechos y se hará el cálculo cuantitativo para poder identificar qué partida es la de mayor contaminación. En términos generales es importante tanto para las personas como para el medio ambiente, ya que ayudará a mejorar la calidad de vida y reducir la contaminación atmosférica la cual ayudará a combatir el cambio climático.

1.4.2. Justificación teórica.

En presente investigación busca identificar que partida dentro el proceso de excavación origina mayor cantidad de residuos constructivos, para ello nos basaremos en investigaciones científicas teóricas nacionales e internacionales, así como también del proceso constructivo en obra. De tal manera que realizaremos cálculos obteniendo así la partida con mayor cantidad de desechos.

1.4.3. Justificación Social.

Se justifica socialmente ya que, al realizar lo cálculos para identificar la partida de mayor contaminación en obra, buscaremos concientizar a las personas que laboran dentro de obra a tener un mayor control con los residuos y ubicarlos en lugares apropiados en lugar esparcirlos y generar una expansión de residuos que contaminarían totalmente la obra.

1.4.4. Justificación Práctica.

Prácticamente se justifica, debido a que con la investigación se busca identificar la mayor cantidad de residuos en cada partida y así poder obtener información y que nuestra tesis aporte a futuros colegas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

La gestión de los residuos sólidos de las actividades de la construcción y demolición ha sido un problema a lo largo de la historia del hombre. En los primeros tiempos, los residuos de construcción y demolición (RCD) no existían ya que las materias primas para la construcción eran muy valiosas para desecharlas por lo que se les daba un nuevo uso a estos residuos, creando un hábito de reúso y reciclado ya que el proceso de fabricación de estos materiales demanda mucho esfuerzo.

En el caso del Coliseo Romano en Roma-Italia o el Koricancha en el Cuzco-Perú, estas edificaciones al ser muy antiguas sirvieron de canteras para nuevas edificaciones debido a que los materiales estaban a la mano y era más accesible su traslado.

Luego de la Segunda Guerra Mundial, la cual dejó muchos residuos de materiales, también se crearon nuevas máquinas para movilizar grandes volúmenes de materiales la cual se conocen como “la aparición de los vertederos de escombros tal como se conocen ahora”.

La construcción representa el 40% del consumo mundial de materias primas; equivalente a 3 mil millones de toneladas por año, el 17% del agua potable, el 70% del total de los recursos madereros, el 10% de la tierra cultivable, el 20% de toda la energía mundial se consume en el proceso de construcción, preparación de materiales y trabajos de demolición (Morocho & Janeth, 2017, pág. 8).

La producción de residuos de construcción y demolición (RCD) a nivel mundial ha aumentado considerablemente durante las últimas décadas, lo que ha ocasionado un problema ambiental a consecuencia de su vertido incontrolado. La producción mundial de residuos de construcción y demolición (RCD) ha aumentado rápidamente en las últimas décadas, provocando problemas medioambientales debido a su eliminación incontrolada.

A nivel internacional, a fines de la década de 1970, Japón introdujo el primer reciclaje efectivo de desechos de construcción y demolición (RCD) a través de regulaciones que exigen el uso de agregados de concreto reciclado en edificios nuevos.

Luego, en la década de 1980, entraron en vigor leyes estrictas en países como Dinamarca, Rusia, Alemania, Francia, España, Bélgica, Noruega, Países Bajos y China.

Asimismo, respecto a los beneficios de una buena gestión de los residuos de las actividades de demolición, Bedoya Montoya (2003) comenta que “en Holanda se han

habilitado vertederos para recibir residuos de la construcción sin cobrar al transportista, procesarlos y luego venderlos como se elija. todo tipo de trabajos a menores costes que los áridos naturales.

En el sector inmobiliario, el déficit habitacional ronda los 2.000.000 de departamentos, cifra con un crecimiento promedio de 100.000 unidades por año. De este déficit, alrededor del 20% es déficit cuantitativo, por lo que podemos hablar de un déficit de casi 400.000 viviendas, la mitad de las cuales se encuentran en Lima.

2.2. Antecedentes del estudio de investigación

2.2.1. Investigaciones Nacionales.

Luyo L. (2020). En su tesis “Los sistemas constructivos y el impacto ambiental generado en obras de infraestructura”, desarrollada en la Universidad Ricardo Palma para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, tiene como objetivo analizar de las actividades que se ejecutan en los sistemas de construcción.

La metodología que emplea, es de tipo aplicada, busca conocer las soluciones a partir de una realidad problemática. Así mismo, el enfoque de la tesis es cuantitativa, se analizó los datos tras la recolección para formular hipótesis. Se destaca que las variables y dimensiones nos ayuda a la investigación.

Por último, se concluye que la Matriz de Leopold es usada como herramienta ambiental, se logró determinar los daños ambientales generados durante la ejecución de los proyectos.

Quijano J. (2018) en su tesis que lleva por título “Gestión ambiental y residuos sólidos en la construcción del edificio multifamiliar Luxury según la ley n°27314, en el distrito de Jesús María”, desarrollado en la Universidad César Vallejo para optar el Título de Ingeniero civil, tiene como objetivo disminuir la contaminación ambiental, reduciendo los residuos sólidos que se generan durante cada partida del proceso constructivo.

La metodología de la investigación es aplicada, ya que utiliza se usó conocimientos teóricos y prácticos.

Así mismo, es de nivel descriptivo, por lo que el objeto de estudio es sometido a los análisis necesarios para buscar las posibles soluciones a la problemática.

Finalmente, el autor concluye como resultado, que se redujo en un 62% la cantidad de volumen a eliminar y de esta manera favorece significativamente a la reducción de la contaminación ambiental.

Barrera L. (2017), en su tesis “Identificación y evaluación de impactos ambientales del proyecto de construcción del nuevo hospital regional Daniel A. Carrión - Pasco, y su

influencia socio-ambiental en el distrito de Yanacancha - 2017”, se desarrolló en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión para optar el Título de Ingeniero ambiental, tiene como objetivo principal identificar y evaluar e impactos ambientales generados por la construcción del proyecto y de esta manera determinar el efecto ambiental que causa el proyecto en la zona de estudio.

El método de investigación es de tipo descriptiva, trabajando sobre hechos como el hospital y de esta manera realizar una interpretación correcta del estudio, identificando los impactos para luego ser evaluados, valorar la influencia socioambiental y determinar el impacto que generan las actividades de construcción del nuevo hospital.

La presente investigación concluye que se identificó los impactos ambientales generados por la construcción del hospital y se determinó tras la evaluación que los impactos ambientales del proyecto son bajos a moderados, con el resultado se plantea medidas para asegurar la calidad ambiental del proyecto.

2.2.2. Investigaciones Internacionales

Silva, H. & Galindo, J. (2016). En su tesis “Impactos Ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector construcción”. La industria de la construcción y el uso de maquinarias ha ocasionado un gran impacto ambiental. El impacto ambiental involucra la alteración de varios componentes del medio ambiente, cuando se realiza la ejecución de una construcción durante el proceso constructivo.

La clasificación de maquinarias se da de acuerdo a la relación peso y volumen y existen diferentes tipos de maquinarias en cuanto al peso hay maquinarias pesadas, semipesados y livianas.

Entre las maquinarias pesadas tenemos a la excavadora, retroexcavadora, etc. Entre las maquinarias semipesados tenemos a las cisternas de agua, volquetes, mini cargador, etc. Finalmente, las maquinarias de peso livianos tenemos a la compactadora, vibradoras, compresora, bombas de agua entre otros.

El uso de maquinarias dentro de la etapa constructiva origina diversos tipos de impactos ambientales, dentro de las maquinarias pesadas el impacto ambiental que origina la excavadora sería la emisión de ruido, contaminación de suelo (derrames de combustible), contaminación de aire (partículas de polvo). En cuanto a los equipos livianos la plancha compactadora origina ruido, emisión de gases (CO₂, NO₂) y las vibraciones.

Rea, A. (2017). En su tesis “Gestión de residuos en la construcción: Plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador”. La industria de la construcción se ha desarrollado en los últimos años en los países

considerablemente, con la finalidad de atender requerimientos de vivienda de sectores económicos medios y altos, la construcción de proyectos multifamiliares. La industria de la construcción por sus características naturales, es un generador de residuos constante. A nivel mundial se han realizado estudios que atienden esta problemática, siendo Dinamarca y Holanda los países que en la Unión Europea lideran estos procesos, mientras que en América varios de los estudios que se han realizado los encabeza Estados Unidos, se mencionan estos países como referencia pues en los mismos se han realizado seguimientos específicos en obra, para cada uno de los sistemas constructivos que manejan, siendo los datos obtenidos los más representativos. Durante el proceso constructivo de una edificación una de las primeras etapas es la excavación donde se puede observar la contaminación en los residuos de demolición, de acero, de concreto, de plástico, etc. Durante la etapa de acabados también hay generación de residuos como elementos de mampostería y enlucidos, sin embargo, estos no son clasificados y no hay un control para su reutilización. Es por ello que se plantea una Plan de Gestión, el cual hace enfoque en la organización y clasificación de residuos de construcción para así generar una política tanto en privadas y públicas e incentivar y direccionar al sector construcción a mejorar las opciones de estandarización de procesos en busca de ahorro en recursos. Además de promover la sostenibilidad realizando los tratamientos para los residuos en obras.

Barrera, A., Corredor, M. y Ruiz, M. (2017). En su tesis “Desarrollo de una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio: “Obra - Comando del Departamento de Policía Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”. Durante las etapas del proceso constructivo de una edificación y el proceso de demolición se generan residuos. Los residuos son considerados no peligrosos y pueden ser reutilizados y aprovechados. Una gran cantidad de los residuos se eliminan y no son reaprovechados, lo que implica que genere mayor contaminación ya que no tienen un destino adecuado.

Según las investigaciones durante el proceso de movimiento de tierras y el vaciado de muros son una de las actividades que generan mayor cantidad de residuos. En conclusión, la ciudad de Villavivencio no tiene una buena gestión de residuos y en general muy pocas empresas hacen el uso de implementación de la separación y organización de residuos sólidos lo que trae como consecuencia mayor contaminación y un no aprovechamiento de residuos sólidos.

2.3. Bases Teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.3.1. Procedimiento de excavación.

Dentro de la primera etapa del proceso constructivo de viviendas multifamiliares, se encuentra la partida de movimiento de tierras, es ahí donde se da el procedimiento de excavación.

El proceso de excavación es una de las etapas de la partida de Movimientos de tierras, esto sirve para habilitar el terreno, mediante la acción de sustraer materiales existentes, para equilibrar y dejar a un mismo nivel el suelo y sobre ellos poder cimentar una edificación.

Cada terreno sobre el que se construye es diferente, es por eso que hay distintas formas de excavación.

Suca, D. (2015). El proceso de excavación de viviendas multifamiliares, se realiza a base de diseños estructurales, dentro de ello tenemos el plano de cimentación, lo cual para su diseño se requiere saber el tipo de suelo, la ubicación de la vivienda, etc. Según ello se realiza una evaluación para no ocasionar daños a las viviendas vecinas, por otro lado, la maquinaria pesada que se utilizaría también sería evaluada de acuerdo al área del terreno, ya que podría producir considerables daños. Posteriormente se realizaría el proceso de excavación y dentro de ello el procedimiento de cada partida.

2.3.2. Tipos de Excavaciones

a) Excavaciones a Cielo Abierto

Suca, D. (2015). Las excavaciones que tienen poca profundidad se pueden realizar sin sostener el material de las viviendas vecinas, solo dejando taludes. La inclinación de los taludes es de acuerdo al tipo de suelo, de la homogeneidad de las capas y su competencia, del flujo de agua, de las vibraciones, de las condiciones climáticas, de la profundidad de la excavación y del tiempo que esta vaya a permanecer abierta.

b) Excavaciones Entibadas

Es común que las edificaciones por construir se extiendan hasta los límites de la propiedad o sean adyacentes a predios en los que ya existen estructuras. Bajo estas circunstancias, las paredes de las excavaciones deben hacerse verticales y usualmente requieren algún tipo de sistema de soporte.

Para estos fines, se han desarrollado diversos tipos de ademes, tales como pilotes secantes, muros prefabricados, tablaestacas, ataguías, pantallas plásticas, etc. Los cuales se combinan con algún sistema de apuntalamiento o anclaje.

c) Excavaciones de zapata

Es el tipo de excavación localizada, se desarrollan en obras menos complejas como viviendas unifamiliares. En este caso se requiere de una maquinaria de menor envergadura.

d) Excavaciones de zanjas

Este es el tipo de excavación que se suele realizar con la retroexcavadora y también son muy usuales por su gran beneficio: la de poder implementar redes de servicios (alcantarillado, fibra óptica, gas...) o tuberías. No solo en su mayoría son lineales y asentadas en el terreno, sino que también han de disponer de una profundidad mínima sin sobrepasar 5 metros, por lo que habitualmente son más largas que profundas.

e) Excavaciones amplias y profundas

Hay algunas excavaciones que requieren de mayor desplazamiento y espacio en cuanto a magnitud de la maquinaria. Por ejemplo, en construcciones como Centros Comerciales o grandes edificaciones residenciales.

f) Excavaciones de pozos

Este tipo de excavación se suele llamar así por tener mayor profundidad, no solo en terrenos donde se pueda captar aguas, sino también para prospección del suelo. Este tipo de excavaciones se realizan en forma circular habitualmente, e incluso rectangular.

- Pasos para realizar la excavación:

1. Preparación del terreno

Una vez dada la demolición del terreno existente, se procede a eliminar todo el material que se encontrará sobre el nivel cero, antes de iniciar la excavación, para evitar contaminar el material limpio que se obtendrá durante el proceso de la excavación de los sótanos.

2. Habilitar de forma correcta el área del trabajo

Replantear accesos para maquinaria, construcción de rampas cuando se inicie la excavación de los demás sótanos.

3. Extracción de los materiales

Cuando se procede a remover o extraer los materiales, comienza verdaderamente el trabajo de excavación. No solo debe realizarse con una planificación correcta y un terreno preparado, sino con la maquinaria pertinente que garantice la óptima realización del trabajo.

4. Uso de las maquinarias adecuadas para cada etapa

Durante las etapas de excavación de acuerdo a la cantidad de sótanos y el área, se hacen

uso de más maquinarias, así como el armado de plataformas y la eliminación con Grúa Balde.

5. Controlar cada proceso

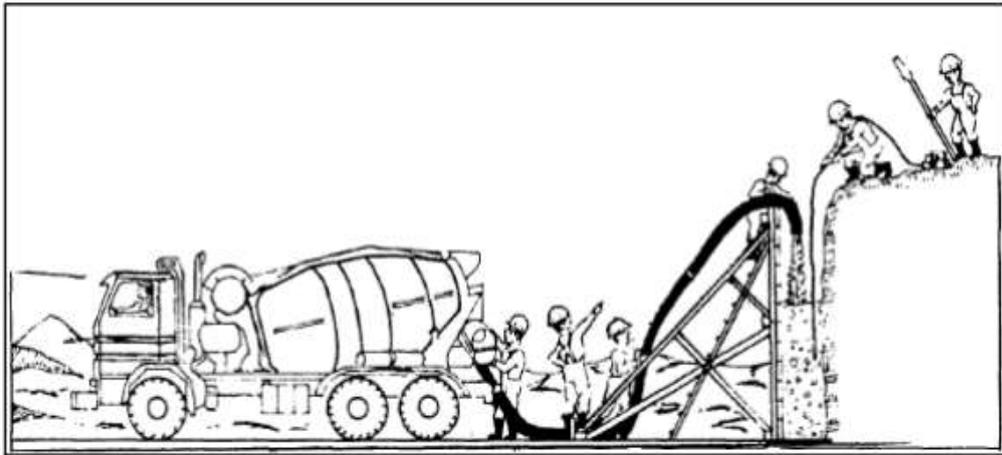
Un amplio equipo profesional debe supervisar que todo siga los cauces adecuados: protección contra derrumbes, delimitar zonas de paso, correcta extracción y transporte de los materiales, corrección de posibles grietas accidentales teniendo como principal y última prioridad la seguridad de los profesionales y la estabilidad de la excavación.

6. Vaciado de muros.

De los Ríos, A. y Tolmos, F. (2016). El proceso de vaciado de muros anclados durante la excavación se da de la siguiente manera. Como primer paso se realiza la excavación localizada del muro que se vaciara, luego de ello se realiza el perfilado manual dependiendo de las indicaciones del topógrafo para no realizar una sobre excavación que originaría una pérdida de concreto al no llegar al espesor según el diseño. Por consiguiente, se realizaría la elaboración del enmallado de muros y finalmente el encofrado y así dar paso al vaciado de muros que se realiza por la parte superior del encofrado como se muestra en la Figura 7. Se utiliza el concreto premezclado, mediante las tuberías de la bomba y también se hace uso de la vibradora para que el concreto quede homogéneo, aumentar las resistencia y durabilidad del concreto y evitar posibles cangrejeras.

Figura 7

Sistema de Vaciado Convencional



Nota: Proceso de vaciado de muros. Tomado Capeco 2003.

La Figura 8 se muestra el proceso de vaciado de concreto a través de las tuberías de la bomba.

Figura 8

Procedimiento de vaciado



Nota: Vaciado de concreto. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

7. Enmallado de muros.

De los Ríos, A. y Tolmos, F. (2016). En cuanto al habilitado de acero se realiza los cortes según indica plano y también se realiza la habilitación de estribos en caso el muro anclado lleve columnas y placas. Luego se verifica que las dimensiones cumplan y se procede a realizar el enmallado. Para los siguientes sótanos se deja el traslape y su longitud es según el diámetro del acero que se utiliza. Se utilizan separadores para asegurar que el refuerzo esté centrado y cuente con el recubrimiento necesario.

También se puede realizar con las mallas electro-soldadas que son especialmente diseñadas para este tipo de construcción, ya que hacen ganar tiempo en el momento de la colocación y habilitación. Preferiblemente el acero pre dimensionado se usa cuando tenemos un diseño establecido.

En la Figura 9 se muestra el proceso de enmallado de los muros anclados.

Figura 9

Proceso de enmallado de muro



Nota: Enmallado de muro anclado. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

8. Encofrado de muros.

Chunga, J. y Ramírez, K. (2019). Los primeros tipos de encofrado fueron de madera, pero no resultaban eficientes y tenían limitaciones y no presentaban un buen acabado. Posteriormente apareció el encofrado metálico que tiene un mejor acabado, tiene mayor durabilidad y al desencofrar se observa que el muro presenta poca porosidad, de acuerdo al vibrado. El encofrado de muros a una cara: Utilizados para muros o pantallas con encofrado a una cara, se emplean frecuentemente contra los terrenos o taludes. En la Figura 10 se muestra el proceso de encofrado, consta de la modulación que quiere decir realizar los moldes y la cantidad de material a usar según las medidas del muro a encofrar que indique el plano. Posteriormente la aplicación del desmoldante para evitar la adherencia al momento de retirar el encofrado y luego la colocación de escantillones, un buen aseguramiento de compuertas para evitar el desperdicio de concreto. Verificar que se cumpla con el recubrimiento, normalmente se usa dados de concreto para tener la separación de la estructura, con el acero y los paneles de encofrado. Finalmente verificar que este aplomado y nivelado según indique el plano.

Figura 10

Proceso de encofrado



Nota: Encofrado muro anclado. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

En la Figura 11 se muestra el proceso de desencofrado de la obra.

Figura 11

Proceso de Desencofrado



Nota: Desencofrado muro anclado. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

2.3.3. Residuos de materiales.

Bazán, I. (2018). Los residuos de materiales son todos los que generan en el desarrollo de una construcción, tales como: edificios, puentes, carreteras, represas, canales y otras afines.

Se trata de residuos básicamente inertes, constituidos por tierras y áridos mezclados, piedras, restos de hormigón, restos de pavimentos asfálticos, materiales refractarios, ladrillos, cristal, plásticos, yesos, chatarras, maderas y en general todos los residuos que se producen por el movimiento de tierras y construcción de edificaciones e infraestructuras nuevas, así como los generados por la demolición o reparación de edificaciones antiguas. Así mismo, afirma que la industria de la construcción es una de las mayores generadoras de residuos en la actualidad.

- Diagnóstico.

Es el proceso mediante el cual se identifican los puntos críticos de la zona a través de las autoridades, organismos encargados del ambiente y construcción o también por de los mismos pobladores. Un punto crítico es una unidad geográfica tal como una cuadra, una calle, avenida, o algún tipo de lugar con parecidas características y tamaño.

- Caracterización.

La caracterización de residuos son los procesos mediante los cuales se determina de qué

están compuestos residuos y cuánto es lo que se encuentra de ellos una vez ya clasificados. Definir un estudio de caracterización abarca una serie de acciones a partir de una metodología que consiste en reunir datos para determinar la cantidad de residuos que hay, de qué están compuestos y que propiedades presentan en una cierta localidad y en un tiempo determinado.

Para poder realizar ello, se debe tener en cuenta una serie de parámetros:

- Tipo de estructura: residencial, industrial, comercial, etc.
- Tamaño de estructura: si es edificación grande de varios pisos o una casa que consta de 1 piso.
- Ubicación geográfica: en zona urbana o rural.
- Tipo de actividad generadora: si es una nueva construcción, ampliación o renovación.
- Tipo de construcción: de fábrica o prefabricada.

- Clasificación.

Los distintos tipos de residuos que son generados en una obra dependerán de los materiales utilizados durante la etapa constructiva. El manual del MINAM los clasifica en peligrosos y no peligrosos.

1. Residuos peligrosos:

Existen residuos de construcción que están constituidos por materiales que cuentan con ciertas características dañinas. Es decir, son aquellos que pueden producir daños irreparables a la salud de las personas y ciertos ecosistemas del entorno.

Es por ello que dichos residuos requieren de un tratamiento especial con el fin de aislarlos y de facilitar el tratamiento específico o la disposición controlada.

En el Perú este tipo de residuos son los que no se pueden volver a utilizar ya que su poder contaminante hace que se deba tener cuidado respecto al lugar en donde van a terminar.

En la Tabla 2 presenta los residuos peligrosos también los elementos peligrosos y su peligrosidad.

Tabla 2*Residuos peligrosos*

Residuos	Elementos peligrosos posiblemente presentes	Peligrosidad
Restos de madera tratada	Arsénico, plomo, formaldehído, pentaclorofenol	Tóxicos, inflamables
Envases de removedores de pinturas, aerosoles	Cloruro de metileno Tricloroetileno	Inflamables, irritantes
Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura	Tricloroetileno	Inflamable y tóxico
Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de madera, colas, lacas	Formaldehído	Tóxico, corrosivo
Restos de tubos fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.	Mercurio, Bifenilos policlorados (BPCs)	Tóxicos
Restos de PVC(solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40°C)	Aditivos: Estabilizantes, colorantes, plastificantes	Inflamable, Tóxico
Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto, paneles divisores de asbesto	Asbesto o amianto	Tóxico (Cancerígeno)
Envases de pinturas y solventes	Benceno	Inflamable
Envases de preservantes de madera	Formaldehído, pentaclorofenol	Tóxico, inflamables
Envases de pinturas	Pigmentos: Cadmio, Plomo	Tóxico
Restos de cerámicos, baterías	Niquel	Tóxico
Filtros de aceite, envases de lubricantes	Hidrocarburos	Inflamable, Tóxico

Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

2. Residuos no peligrosos.

Son aquellos que pueden ser utilizados nuevamente formando parte de los materiales específicos de la construcción como las maderas, metales, plásticos, papeles, cartón. Es decir, son los que se pueden reciclar, reutilizar, aprovechar en la misma obra o para otros fines como se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3*Residuos no peligrosos*

Origen	Residuos no peligrosos
Instalaciones	Mobiliario fijo de cocina
	Mobiliario fijo de cuartos de baño
Cubiertas	Tejas
	Tragaluces y claraboyas
	Soleras prefabricadas
	Tableros
	Placas sándwich
Fachadas	Puertas
	Ventanas
	Revestimiento de piedra
	Elementos prefabricados de hormigón
Particiones interiores	Mamparas
	Tabiquerías móviles o fijas
	Barandillas
	Puertas
	Ventanas
Acabados interiores	Cielo raos (escayola)
	Pavimentos flotantes
	Alicatados
	Elementos de decoración
Estructura	Vigas y pilares
	Elementos prefabricados de hormigón

Nota: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

a) Desechos de concreto.

Chasquero, J y Hurtado, J. (2019). El concreto es un material compuesto, que consiste principalmente en un medio aglomerante (cemento Portland y agua) dentro del cual hay partículas o fragmentos de agregado, generalmente una combinación de agregado fino y agregado grueso (arena gruesa y piedra chancada).

En la Figura 12 se muestra el desperdicio de concreto en obra.

Figura 12

Desechos de concreto



Nota: Residuos de concreto. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

En la Figura 13 se puede apreciar el derrame de la mezcla por las tuberías después del vaciado.

Figura 13

Desechos de concreto



Nota: Residuos de concreto. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

En la Figura 14 se muestra la demolición de cimientos de la construcción de lado.

Figura 14

Desechos de Concreto



Nota: Residuos de concreto. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - julio 2023.

b) Desechos de acero.

Estos residuos corresponden principalmente a despuntes y mermas de acero de todo tipo y que, por una gestión inadecuada en la construcción, podrían o se pierden en rellenos o lugares de depósito, lo que incrementa el problema ambiental, social y económico derivado de estos residuos.

En la Figura 15 se muestra el desperdicio de concreto por cortes de acero.

Figura 15

Residuos de acero



Nota: Residuos de acero. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - junio 2023.

c) Desechos de madera.

La industria de la construcción de madera genera grandes volúmenes, además en nuestro país se utiliza frecuentemente como medio auxiliar de la ejecución de la obra o en el embalaje de los productos que llegan a ella. De hecho, en muchas obras se utiliza más madera como medio de ejecución y embalaje que como material de construcción. Por ejemplo, los encofrados son habitualmente de madera y los pallettes para el transporte de materiales también.

En la Figura 16 se muestra el desecho de madera en la obra.

Figura 16

Desechos de madera



Nota: Residuos de madera. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

En la Figura 17 se muestran los residuos de madera por cortes del encofrado de muros.

Figura 17

Desechos de madera



Nota: Residuos de madera. Tomado de Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Junio 2023.

2.4. Definición de términos básicos.

2.4.1. Residuos de construcción y demolición (RCD).

Los residuos sólidos de la construcción y demolición son materiales o sustancias sólidas o semisólidas generadas en la ejecución de obras de infraestructura, habilitaciones urbanas y/o edificaciones, que deben ser gestionados y manejados priorizando su valorización y en último caso, su disposición final. Asimismo, se considera residuos sólidos de la construcción y demolición a aquellos que siendo líquidos se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados. En estos casos los líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final. (MINAN ,2022).

2.4.2. Impacto Ambiental

El término impacto hace referencia a las consecuencias de una actividad o acción que produce una alteración favorable o desfavorable en el medio o algunos componentes del medio (Libera, 2007). Siguiendo a Libera, para el caso de los proyectos de construcción son los cambios que se producen en relación con el ambiente, la economía y la sociedad. Para cuestiones de este trabajo se realizarán tres tipos de evaluaciones impactos: ambiental, económico y social.

2.4.3. Residuos Sólidos

Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, para ser manejados a través de un sistema que incluya, según corresponda operaciones o procesos. (MINAN ,2013).

2.4.4. Excedentes de Obra

Excedente de obra. - Residuo sólido constituido por el material de construcción procesado o no, que resulta sobrante de la ejecución de obra. (MINAM, 2022).

2.4.5. Daño Ambiental

Se denomina daño ambiental a todo menoscabo material que sufre el ambiente y/o alguno de sus componentes, que puede ser causado contraviniendo o no disposición jurídica, y que genera efectos negativos actuales o potenciales. (Ministerio Público Fiscalía de la Nación, 2013).

2.4.6. Construcción

Acción que comprende las obras de edificación nueva, de ampliación, reconstrucción, refacción, remodelación, acondicionamiento y/o puesta en valor, así como las obras de

ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería. (DECRETO SUPREMO N.º 003-2022-VIVIENDA).

2.4.7. Segregación

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos de la construcción y demolición para ser manejados en forma especial. (MINAN ,2022).

2.4.8. Proceso de Encofrado

Los encofrados trepantes son derivados de los sistemas tradicionales y se apoyan al muro ya fraguado por medio de pernos de anclaje insertos en el concreto. Estos encofrados disminuyen los tiempos de montaje y de desencofrado debido a la forma de trabajar de su mecanismo. A su vez dicho mecanismo incorpora gatos hidráulicos, los cuales hacen que el sistema trabaje independientemente de la torre grúa. (Chunga, 2019).

2.4.9. Vaciado de Concreto

Acción que comprende las obras de edificación nueva, de ampliación, reconstrucción, refacción, remodelación, acondicionamiento y/o puesta en valor, así como las obras de ingeniería. Dentro de estas actividades se incluye la instalación de sistemas necesarios para el funcionamiento de la edificación y/u obra de ingeniería. (DECRETO SUPREMO N.º 003-2022-VIVIENDA).

2.4.10. Excedente de obra.

Residuo sólido constituido por el material de construcción procesado o no, que resulta sobrante de la ejecución de obra. (DECRETO SUPREMO N° 003-2022-VIVIENDA).

2.4.11. Segregación.

La segregación es la acción de separar y acopiarlos residuos sólidos de similares características (físicas, químicas o biológicas) en el lugar de generación, con la finalidad de facilitar su valorización o disposición final. Dicha actividad también se realiza en áreas diseñadas o acondicionadas para residuos sólidos municipales y en infraestructuras de valorización de residuos sólidos municipales que cuenten con instrumento de gestión ambiental aprobado, licencias, autorizaciones, registros, permisos, según corresponda. (MINAN ,2011).

2.4.12. Demolición.

Acción mediante la cual se elimina total o parcialmente una edificación y/u obra de ingeniería. (DECRETO SUPREMO N° 003-2022-VIVIENDA).

2.4.13. Daño ambiental.

Es el efecto de una determinada acción u omisión que afecta de manera negativa al

ambiente y/o al patrimonio de las personas (Castañón, 2006). Por ejemplo, la generación de residuos.

2.4.14. Residuos.

El término residuo hace referencia a todos los restos o sustancias que para el ser humano, luego de haber cumplido su vida útil no tiene valor, y busca desprenderse de estos. Elías (2009) afirma que los residuos son los elementos o sustancias generadas por actividades que carecen de valor y tienen que prescindir por carecer de interés con respecto a la actividad principal.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis Principal.*

La mayor contaminación de residuos de materiales de construcción, se genera durante el proceso constructivo de excavación en las actividades de vaciado de muros de concreto y demolición manual de cimentaciones en la edificación multifamiliar en el distrito de Miraflores.

3.1.2. *Hipótesis Secundarias.*

- a) El vaciado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de concreto.
- b) El enmallado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de acero.
- c) El encofrado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de madera.

3.2. Variables

3.2.1. *Definición conceptual de las variables*

- Variable Independiente

Procedimiento de excavación: Es la operación de cortar y remover cualquier 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. (Moscozo 2015, p.27)

- Variable Dependiente

Residuos de materiales: Son todos los materiales que se generan durante la ejecución de una obra civil, los cuales varían en cantidad, volumen y proporción de acuerdo al tipo de proyecto que se realiza.

Los principales materiales que causan la generación de RCD son: la industria del acero, el concreto pre mezclado, los ladrillos y bloques, las cerámicas, la arena, cal y mortero pre mezclado, las tuberías y cables. (Bazán 2018, p.21)

3.2.2. *Operacionalización de las variables.*

En la Tabla 4 se muestra la operacionalización de variables.

Tabla 4*Operacionalización de variables*

Variables		
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
Proceso constructivo durante la excavación	Volumen de concreto	Metrado de concreto que requiere el vaciado de cada muro.
	Malla de acero	Colocación de malla de acero por muro.
	Modulado de encofrado	Dimensión y cantidad de encofrado que se necesita por cada muro.
Variable Dependiente	Desechos de concreto	Desperdicio de concreto que genera el vaciado de los muros.
	Desechos de acero	Cantidad de desperdicios de acero.
	Desechos de madera	Cantidad de desperdicios de madera.

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación.

Descriptiva: Porque a través de los resultados que obtendremos para calcular el porcentaje de residuos sólidos de cada partida de excavación podremos saber cuál es la cantidad y la partida que origina la mayor cantidad de desechos.

4.1.2. Método de investigación

El método de la investigación es de carácter cuantitativo, ya que a partir de los cálculos obtendremos resultados numéricos, volumétricos y porcentuales.

4.1.3. Nivel de la investigación.

El nivel de la investigación es descriptivo, porque a través de las partidas realizadas en la obra narraremos el proceso constructivo de cada elemento estructural.

4.2. Población y Muestra

4.2.1. Población de estudio.

- Objeto de Interés: Proyecto multifamiliar en la ciudad de Lima
- Unidad de análisis: Descripción del procedimiento de excavación de una edificación para identificar los residuos materiales constructivos de mayor contaminación en el distrito de Miraflores en la ciudad de Lima.

4.2.2. Diseño muestral.

- Unidad de muestreo: Residuos de materiales constructivos del proyecto de vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores en la ciudad de Lima.
- Tipo de muestreo: No estadístico, no probabilístico.

4.2.3. Tamaño de la muestra: Proyecto de vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores en la ciudad de Lima. *Relación entre variables*

- Durante el proceso de excavación se identifican los residuos de demolición y excavación.
- Teniendo como unidad de análisis la construcción de una vivienda multifamiliar.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos fue experimental descriptiva, porque se realizó durante el procedimiento de trabajo de excavación masiva. Para los instrumentos se hará el cálculo de la cantidad de desechos de cada partida durante la excavación en el programa EXCEL.

4.4. Procedimientos para recolección de datos.

Con la información recolectada de cada proceso constructivo durante la etapa de excavación tales como la elaboración de muros anclados, el proceso de enmallado y el encofrado se realizará una comparación de los desechos que originan cada partida y así se determinará cuál fue la partida que generó mayor cantidad de residuos, lo cual lo calcularemos mediante programa de Excel.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Diagnóstico y situación actual

5.1.1. Características del Proyecto.

- Tipo del proyecto

El tipo de Proyecto es una vivienda multifamiliar.

- Ubicación del proyecto

El proyecto de vivienda multifamiliar se encuentra ubicado en el distrito de Miraflores.

El distrito de Miraflores es uno de los cuarenta y tres distritos que conforman Lima, ubicada en el departamento homónimo, en el Perú. Limita al norte con el distrito de San Isidro, al este con los distritos de Surquillo y Santiago de Surco, al sur con el distrito de Barranco, y al oeste con el océano Pacífico por medio de la Costa Verde. En la Figura 18 se muestra el mapa de Lima Metropolitana donde se encuentra el distrito del proyecto.

Figura 18

Distritos de Lima Metropolitana



Nota: Mapa de Lima.com. <https://www.mapadelima.com/mapa-de-districtos-de-lima/>

El proyecto de investigación se encuentra en el distrito de Miraflores 331 Av. Roca y Boloña 335 como se presenta en la Figura 19.

Figura 19

Ubicación de la vivienda multifamiliar Roca y Boloña



Nota: Ubicación de la obra. Tomado de Google Earth- Junio 2023.

5.1.2 Descripción del Proyecto

El proyecto es una Vivienda Multifamiliar que constará de 7 pisos, 1 azotea, 2 sótanos y 1 semisótano. En el semisótano se cuenta con 16 estacionamientos. En la planta del primer sótano se cuenta con 20 estacionamientos y en la planta del segundo sótano con 9 estacionamientos. En el primer piso contamos con 5 departamentos, los departamentos 101 y 102 son flats que constan de 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo, 03 baños, 01 cocina, 01 comedor y 01 sala con un área de 110 m². Los departamentos 103, 104 y 105 son dúplex que cuentan con 01 sala, 01 cocina, 01 baño, 01 comedor y 01 lavandería. De áreas 110 m², 102 m² y 110.50 m² respectivamente. En el segundo piso contamos con 5 departamentos, los departamentos 201 y 202 son flats que constan de 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo, 03 baños, 01 cocina, 01 comedor, 01 sala y 01 lavandería con un área de 110 m². Los departamentos 203, 204 y 205 son dúplex que cuentan con 02 baños, 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo y 01 estar. De áreas 110 m², 102 m² y 110.50 m² respectivamente. En el tercer, cuarto y quinto contamos con 4 departamentos flats, los departamentos 301/401/501 y 302/402/502 son flats que constan de 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo, 03 baños, 01 cocina, 01 comedor, 01 sala y 01 lavandería con un área

de 110 m². Los departamentos 303/403/503 y 304/404/504 constan de 01 dormitorio, 02 baños, 01 vestidor, 01 cuarto de trabajo, 01 cocina, 01 lavandería, 01 sala y 01 comedor con un área de 81.50 m². En el sexto piso contamos con 5 departamentos, los departamentos 601 y 602 son flats que constan de 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo, 03 baños, 01 cocina, 01 comedor, 01 sala y 01 lavandería con un área de 110 m². Los departamentos 603, 604 y 605 son tríplex que cuentan con 02 baños, 02 dormitorios y 01 cuarto de trabajo. De áreas 132 m², 121 m² y 132 m² respectivamente. En el séptimo piso contamos con 5 departamentos, los departamentos 701 y 702 son dúplex que constan de 02 dormitorios, 01 cuarto de trabajo, 03 baños, 01 cocina, 01 comedor y 01 sala con un área de 150 m². Los departamentos 703, 704 y 705 son tríplex que cuentan con 01 sala, 01 comedor, 01 cocina y 01 baño. De áreas 132 m², 121 m² y 132 m² respectivamente. El terreno consta de un área total de 623.40 m². En la Figura 20 se muestra el plano de corte y de elevación del proyecto.

Figura 20

Elevación y Corte del proyecto Roca y Boloña de 623.40 m²



Nota: Plano de Corte y Elevación. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- junio 2023.

Para poder obtener el diagnóstico de la cantidad de residuos materiales que originan las diversas partidas en obra se estará evaluando los desperdicios que se originan por cada sótano. Evaluando así los desechos de encofrado, acero y concreto mediante los respectivos metrados y desechos en obra.

5.1.2. Proceso Constructivo

- Excavación: Se realizará la excavación masiva de los dos primeros sótanos, que incluirá la excavación localizada de los muros anclados. En el tercer sótano se realizará la excavación localizada, de cisterna, zapatas, vigas de cimentación, cimiento corrido y del pozo sumidero.

En la Figura 21 se muestra la excavación masiva del primer sótano.

Figura 21

Excavación masiva del primer sótano



Nota: Eliminación masiva. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 22 se observa el inicio de la excavación del prime sótano del proyecto Roca y Boloña.

Figura 22

Excavación masiva del primer sótano



Nota: Corte de banqueta. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 23 se observa como la máquina excavadora va realizando el corte del terreno del primer sótano, dejando como banqueteta 1.5 m de distancia en el perímetro del terreno.

Figura 23

Excavación masiva del primer sótano



Nota: Excavación masiva. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 24 se observa como la excavadora encuentra residuos de demolición de cimentación, y los selecciona para retirarlos de obra.

Figura 24

Izaje de cables



Nota: Ingreso de Flesan. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 25 se observa el ingreso de la contrata FLESAN, para el inicio de la perforación de los muros anclados.

Figura 25

Proyección para perforación de muros.



Nota: Perforación de muros. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

Se observa a Flesan realizando la perforación de muros.

En la Figura 26 se observa la máquina excavadora realizando la apertura de muros, y también se observa la demolición manual de cimentación.

Figura 26

Demolición manual.



Nota: Picado de cimientos. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 27 se observa el encofrado de muros con material de madera, ya en proceso final para empezar con el procedimiento de pachamanca.

Figura 27

Encofrado de muros



Nota: Encofrado de muro. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Junio 2023.

En la Figura 28 se observa al personal realizando la colocación de la malla de acero para el muro anclado.

Figura 28

Proceso de enmallado de muros.



Nota: Colocación de malla de acero. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Junio 2023.

La Figura 29 da inicio al vaciado de muros del proyecto Roca y Boloña.

Figura 29

Proceso de vaciado de muros.



Nota: Vaciado de muro con tubería. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Junio 2023.

En la Figura 30 se observa el desperdicio de concreto después del vaciado de concreto de los muros.

Figura 30

Residuos de concreto..



Nota: Desperdicio de concreto. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Junio 2023.

En la Figura 31 se observa el término del primer sótano y se da el inicio de la excavación para el segundo sótano.

Figura 31

Muros anclados



Nota: Muros anclados. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Junio 2023.

En la Figura 32 se da inicio a la excavación del segundo sótano. Iniciando el movimiento de materiales para el inicio de corte de terreno.

Figura 32

Excavación masiva del segundo sótano.



Nota: Excavación masiva del segundo anillo. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Julio 2023.

En la Figura 33 se da el inicio de la excavación localizada de zapatas, muros y vigas de cimentación.

Figura 33

Excavación localizada de zapatas y vigas de cimentación.



Nota: Excavación localizada de zapatas y vigas. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Julio 2023.

En la Figura 34 se muestra la excavación localizada de zapatas y vigas de cimentación del proyecto.

Figura 34

Excavación localizada de zapatas y vigas de cimentación



Nota: Excavación localizada de zapatas, vigas y muros. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Agosto 2023.

Ejecución del 1er sótano, 2do sótano y excavación localizada de cimientos, zapatas, cisternas, pozo sumidero, etc. Se realizó la excavación masiva por sótano, realizando las excavaciones localizadas de muros por anillo cumpliendo todo lo colocado en los planos de estructuras. Además del proceso de colocación de mallas, encofrado y vaciado de muros anclados por anillo.

5.2. Porcentaje de desperdicio de desechos de concreto

5.2.1. Características de concreto

a) Características mecánicas del concreto

La principal característica estructural del concreto es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las solicitaciones por tracción o cortante sean muy bajas. Para determinar la resistencia se preparan ensayos mecánicos (ensayos de rotura) sobre probetas de concreto.

Para superar este inconveniente, se "arma" el concreto introduciendo barras de acero,

conocido como concreto armado, o concreto reforzado, permitiendo soportar los esfuerzos cortantes y de tracción con las barras de acero. Es usual, además, disponer barras de acero reforzando zonas o elementos fundamentalmente comprimidos, como es el caso de los pilares.

Los intentos de compensar las deficiencias del concreto a tracción y cortante originaron el desarrollo de una nueva técnica constructiva a principios del siglo XX, la del concreto armado. Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el concreto, este queda comprimido al fraguar, con lo cual las tracciones que surgirían para resistir las acciones externas, se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos. Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado. Posteriormente se investigó la conveniencia de introducir tensiones en el acero de manera deliberada y previa al fraguado del concreto de la pieza estructural, desarrollándose las técnicas del concreto pretensado y el concreto postensado. Los aditivos permiten obtener hormigones de alta resistencia; la inclusión de monómeros y adiciones para concreto aportan múltiples mejoras en las propiedades del concreto.

Cuando se proyecta un elemento de concreto armado se establecen las dimensiones, el tipo de concreto, la cantidad, calidad, aditivos, adiciones y disposición del acero que hay que aportar en función los esfuerzos que deberá resistir cada elemento. Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del concreto un material idóneo para ser utilizado en construcción, por ser resistente, durable, incombustible, casi impermeable, y requerir escaso mantenimiento. Como puede ser moldeado fácilmente en amplia variedad de formas y adquirir variadas texturas y colores, se utiliza en multitud de aplicaciones. En la Figura 35 se muestra el proceso de la prueba de probetas.

Figura 35

Proceso de slump de probetas



Nota: Prueba de probetas. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Agosto 2023.

5.2.2. Características físicas del concreto

Las principales características físicas del concreto, en valores aproximados, son:

- Densidad: en torno a $2,350 \text{ kg/m}^3$
- Resistencia a compresión: de 150 a 500 kg/cm^2 para el concreto ordinario. Existen hormigones especiales de alta resistencia que alcanzan hasta $2,000 \text{ kg/cm}^2$.
- Resistencia a tracción: proporcionalmente baja, es del orden de un décimo de la resistencia a compresión y, generalmente, poco significativa en el cálculo global.
- Tiempo de fraguado: dos horas, aproximadamente, variando en función de la temperatura y la humedad del ambiente exterior.
- Tiempo de endurecimiento: progresivo, dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.
- De 24 a 48 horas, adquiere la mitad de la resistencia máxima; en una semana $3/4$ partes, y en 4 semanas prácticamente la resistencia total de cálculo.

- Dado que el concreto se dilata y contrae en magnitudes semejantes al acero, pues tienen parecido coeficiente de dilatación térmico, resulta muy útil su uso simultáneo en obras de construcción; además, el concreto protege al acero de la oxidación al recubrirlo.

5.2.3. *Fraguado y endurecimiento*

La pasta del concreto se forma mezclando cemento artificial y agua debiendo embeber totalmente a los áridos. La principal cualidad de esta pasta es que fragua y endurece progresivamente, tanto al aire como bajo el agua. El proceso de fraguado y endurecimiento es el resultado de reacciones químicas de hidratación entre los componentes del cemento. La fase inicial de hidratación se llama fraguado y se caracteriza por el paso de la pasta del estado fluido al estado sólido. Esto se observa de forma sencilla por simple presión con un dedo sobre la superficie de concreto.

Posteriormente continúan las reacciones de hidratación alcanzando a todos los constituyentes del cemento que provocan el endurecimiento de la masa y que se caracteriza por un progresivo desarrollo de resistencias mecánicas.

El fraguado y endurecimiento no son más que dos estados separados convencionalmente; en realidad solo hay un único proceso de hidratación continuo.

El fenómeno físico de endurecimiento no tiene fases definidas. El cemento está en polvo y sus partículas o granos se hidratan progresivamente, inicialmente por contacto del agua con la superficie de los granos, formándose algunos compuestos cristalinos, compuestos microcristalinos asimilables a coloides que forman una película en la superficie del grano. A partir de entonces el endurecimiento continúa dominado por estas estructuras coloidales que envuelven los granos del cemento y a través de las cuales progresa la hidratación hasta el núcleo del grano.

El endurecimiento del concreto depende a su vez de la lechada o pasta formada por el cemento y el agua, entre los que se desarrolla una reacción química que produce la formación de un coloide “gel”, a medida que se hidratan los componentes del cemento. La reacción de endurecimiento es muy lenta, lo cual permite la evaporación de parte del agua necesaria para la hidratación del cemento, que se traduce en una notable disminución de la resistencia final.

Es por ello que debe mantenerse húmedo el concreto recién colado, “curándolo”. En la Figura 36 se muestra el proceso de curado de muros del proyecto.

Figura 36

Proceso de Curado de Muros.



Nota: Curado de muros. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Agosto 2023.

5.2.4. Etapa de vaciado de muros anclados

- Procedimiento constructivo

El muro anclado es un proceso de sostenimiento de excavaciones en sentido descendente. A medida que se avanza la excavación, se va sosteniendo el perímetro.

Asimismo, en este proceso constructivo de los muros anclados implica la mezcla de dos tecnologías geotécnicas, el soilnailing, y los muros pantalla. Su aplicación solo se debe dar en suelos con capacidad de estabilidad vertical temporal y sin presencia de nivel freático. Por lo general se utilizan postensados temporales que van conectados al muro perimétrico definitivo del proyecto y se van realizando por “bataches” o panales.

Este proceso, consta de 5 etapas fundamentales, las cuales son: la perforación e inyección de anclajes postensados, la excavación general y puntual, el habilitado del acero y encofrado, el vertido del concreto, y el tensado.

Para iniciar estas etapas, lo primero que debemos tener listo es la excavación del terreno de acuerdo a los planos del diseño. Luego, se debe hacer un trazo para establecer el punto

de anclaje, y se arma el taladro y el casing. Adicional a ello se deben colocar lubricantes con el fin de que el taladro pueda realizar su trabajo de una manera más óptima.

En la figura 37 se muestra el vaciado de muros anclados del proyecto.

Figura 37

Muros anclados.



Nota: Muros anclados. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Agosto 2023.

La máquina perforadora debe estar posicionada según lo indicado en los planos del proyecto. Es recomendable verificar el ángulo y la longitud de perforación, puesto que dependiendo de ello se logrará un buen tensado.

Una vez que se llega a la profundidad requerida, se retira el taladro para dejar el casing libre. Posteriormente, se inserta el cable para el tensado y se retira el casing. Esto dejará un orificio por el cual se inyectará el concreto como se observa en la Figura 38.

Es muy importante continuar excavando hasta llegar a la altura final del muro. Luego se realiza el perfilado del muro y se lanzará el concreto sobre este para evitar que se desmorone. Después de esto se pasa a realizar el armado del acero de refuerzo teniendo en cuenta que el área donde se tensarán los cables también tenga un refuerzo adicional.

Lo siguiente a realizar es el encofrado del muro de pantalla y la instalación de un sistema de apuntalamiento y contrafuerte para luego poder vaciar el muro con concreto premezclado. El desencofrado comúnmente se realiza el día posterior; luego de esto se realizará la limpieza de los muros y los acabados finales.

Figura 38

Proceso de perforación de muros.



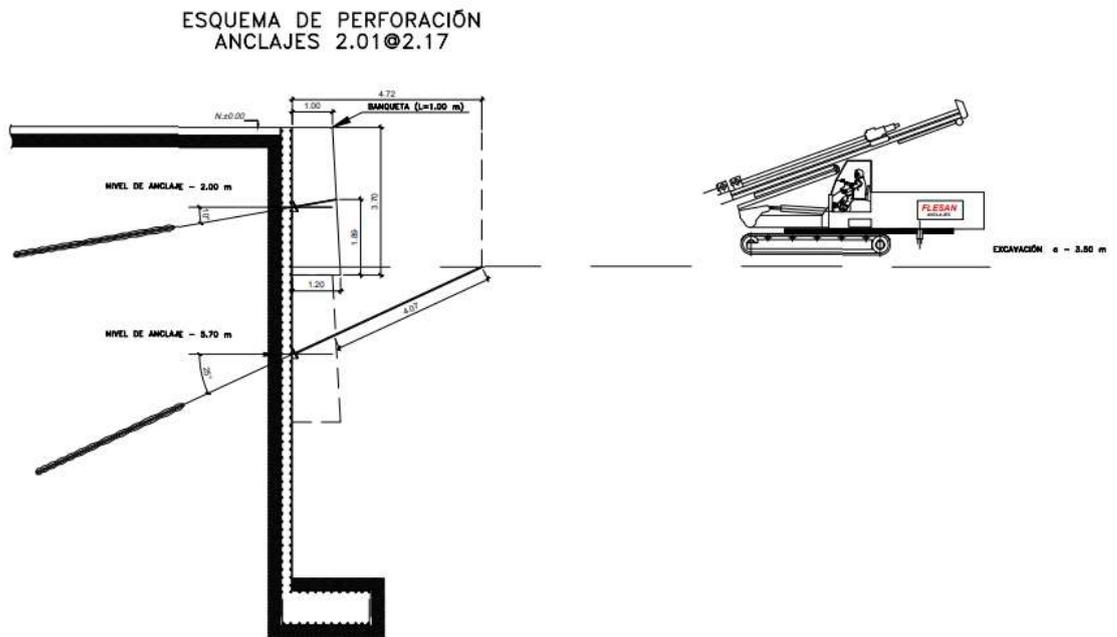
Nota: Perforación de muros por Flesan. Tomado de la Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Agosto 2023.

Es importante señalar que, en la etapa de tensado, se debe esperar que el concreto premezclado. El desencofrado comúnmente se realiza el día posterior; luego de esto se realizará la limpieza de los muros y los acabados finales.

En la Figura 39 se muestra el proceso de perforación de muros anclados del proyecto.

Figura 39

Proceso de perforación de puntos

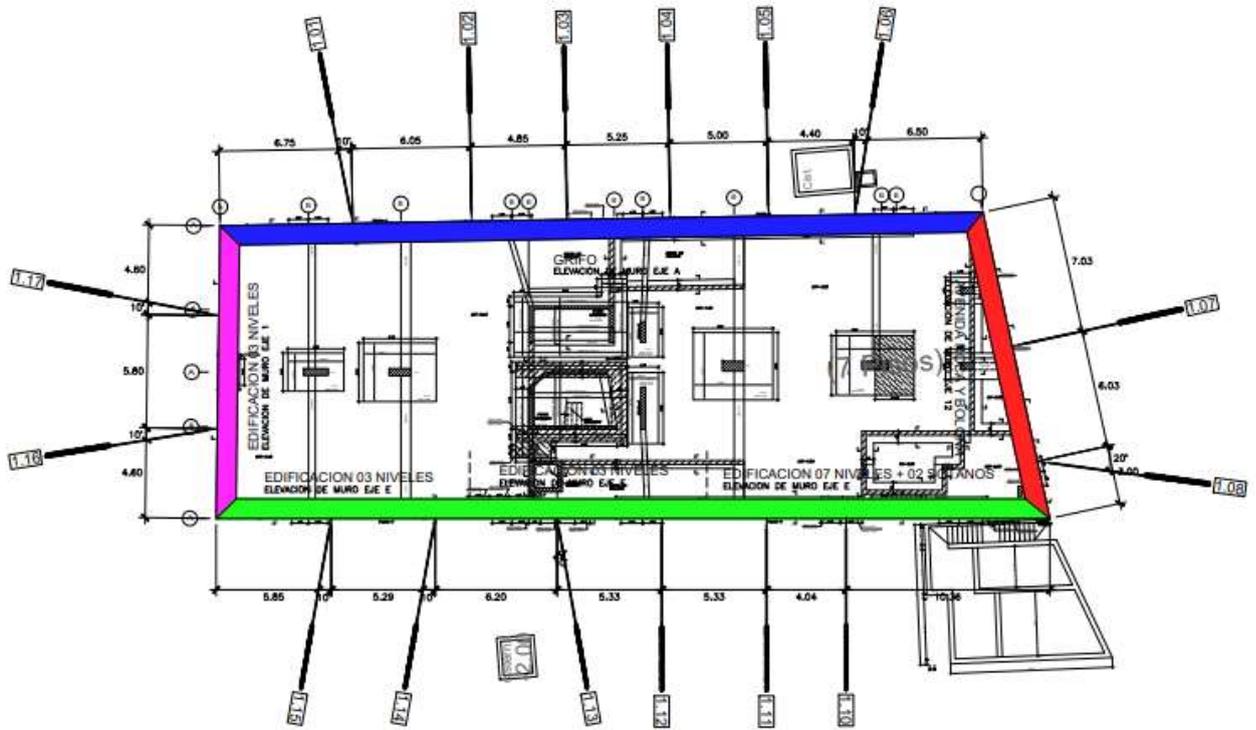


Nota: Proceso de perforación de muros anclados. Tomado Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 40 se presenta el plano de anclajes vista en planta del proyecto.

Figura 40

Vista en planta del plano de anclajes.

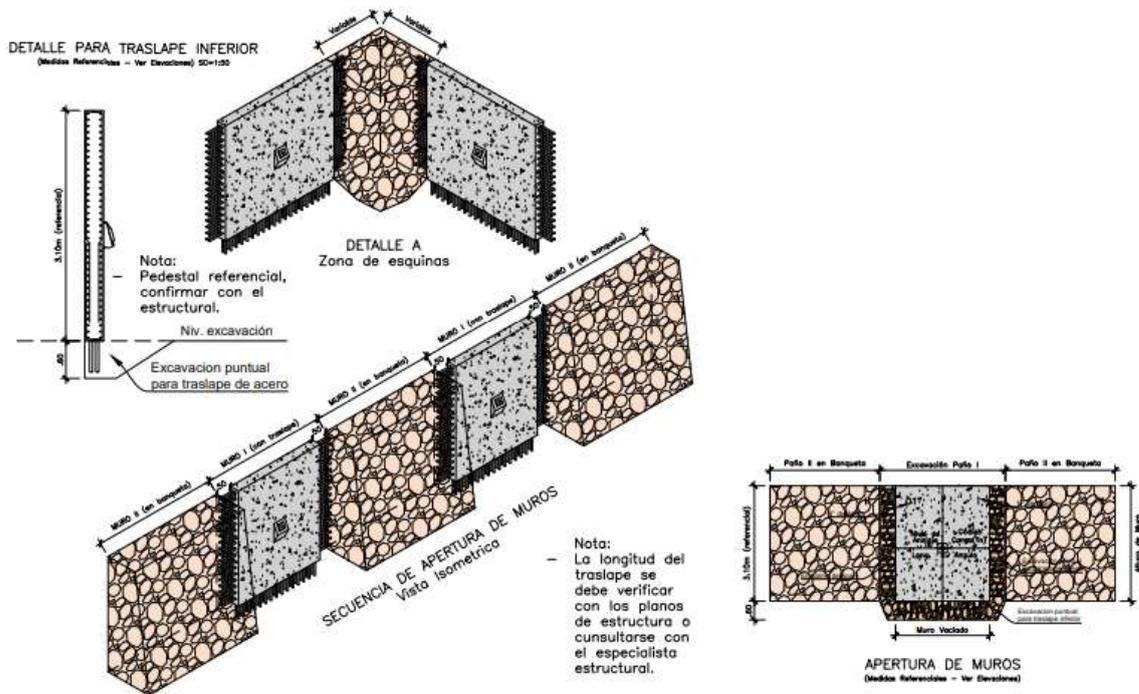


Nota: Plano de anclajes. Tomado Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

En la Figura 41 se muestra el detalle de apertura para cada muro siguiendo el plano de detalle de la secuencia de muros.

Figura 41

Detalle para apertura de muros.



Nota: Plano de detalle de secuencia de muros. Tomado Obra vivienda Multifamiliar Roca y Boloña – Mayo 2023.

5.2.3. Clasificación de desechos de concreto

Vaciado de concreto

Son aquellos residuos generados en el proceso de vaciado de concreto, de los diferentes tipos de estructuras de concreto, ya sea en la cimentación, columnetas, muros, columnas, placas, losas y escaleras en la construcción de la vivienda multifamiliar.

En la Figura 42 se muestra el proceso de vaciado de muros.

Figura 42

Vaciado de muros

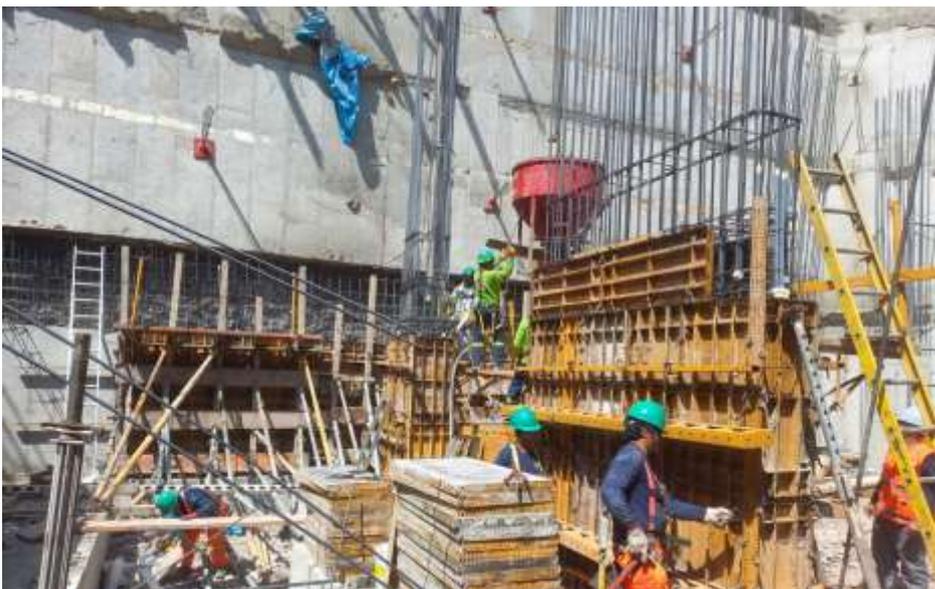


Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

En la Figura 43 se muestra el vaciado de muros del proyeco.

Figura 43

Vaciado de muros.



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

5.2.4. Demolición de cimientos existentes

En la Figura 44 se muestra la generación de residuos en la demolición de cimientos existentes que conforman la obra.

Figura 44

Demolición de cimientos



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

En la Figura 45 se muestra la demolición de cimientos existentes del proyecto.

Figura 45

Demolición de cimientos



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

5.3. Porcentaje de desperdicio de acero

5.3.1. Características del acero

El acero es una aleación que se obtiene principalmente de la mezcla del hierro y el carbono. También combina otros elementos tales como el silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que, aunque estos se encuentran en cantidades mínimas, son los que al final le proporcionan distintas características.

El acero estructural se fabrica a través de un proceso de laminado en caliente que debe seguir varios pasos.

Primero, el hierro crudo debe triturarse, clasificarse y refinarse para mejorar la calidad.

En segundo lugar, debe cargarse en un horno para calentarse y que la reacción elimine las impurezas a medida que el hierro puro se hunde en el fondo del horno.

Por último, cuando se funde el hierro, debe extraerse y calentarse para incluir otras sustancias como carbono y el manganeso.

Entre las propiedades del acero estructural destacan los siguientes aspectos:

- Alta ductilidad
- Capaz de conservar su forma ante distintos esfuerzos
- Garantiza uniformidad y confiabilidad en la calidad del acero
- Muy tolerable al calor
- Puede ser soldado
- Tiene un límite de fluencia de 250 Mega Pascales

Algunas de las ventajas de este tipo de acero como sistema constructivo son su tenacidad, que ofrece buena resistencia y ductilidad. También tiene una alta reciclabilidad, ya que su producción es controlada y no contamina el ambiente.

Además, poseen una gran firmeza y son inalterables. Las propiedades casi no cambian con el tiempo y con un buen mantenimiento pueden durar indefinidamente.

Tampoco cambia de apariencia aun en distintas condiciones climatológicas. Debido a su firmeza, puede soportar altas presiones en estructuras, sin deformarse, modificarse o dañarse, incluso cuando presenta grandes tensiones, este acero puede doblarse, molerse y soldarse.

Debido a su ligereza, las piezas de acero estructural son muy fáciles de montar y transportar, lo que optimiza los tiempos de construcción. Otro punto a su favor es que las piezas pueden fabricarse en un sitio para posteriormente transportarlas y unir las en la obra de forma rápida y sencilla.

5.3.2. *Habilitación de acero*

Proceso de habilitación del acero de los diferentes elementos estructurales de concreto armado en la construcción de una vivienda multifamiliar

Ubicación: Av. Monseñor Roca y Boloña 331-335, Miraflores, Lima.

Tipo de edificación: Vivienda multifamiliar

Número de pisos: 7 pisos + 3 sótanos.

5.3.3. *Colocación de malla de acero*

Esta actividad consiste en el armado de la estructura de acero del muro pantalla, la estructura consiste en dos mallas dobles, las mallas interiores se diseñan como refuerzo del anclaje y la malla doble exterior es la placa estructural”. “La malla interior dependerá de la fuerza que soportará el muro, y se diseña en base a los requerimientos de la empresa que estará a cargo del diseño del anclaje”. “La malla de la superficie está diseñada de acuerdo a los requerimientos de la estructura. El armado de la estructura se realiza siguiendo los planos estructurales en donde especifican los espaciamientos, dimensiones, tipo de acero, entre otros de la estructura”. Los trazos para la colocación de la malla serán realizados por el topógrafo, y se debe dejar el adecuado recubrimiento para el muro (4 cm aproximadamente).

- Se debe corroborar que la malla de refuerzo se ubique centrado al punto de anclaje.
- Verificar que la malla de acero se encuentre correctamente dimensionada, según indique el plano.
- Verificar que las columnas y vigas se ubiquen adecuadamente en la malla de acuerdo a los ejes trazados por el topógrafo.
- Verificar que el diámetro del acero este de acuerdo a lo especificado en los planos estructurales.
- Verificar que se coloquen los separadores necesarios para el recubrimiento.

En la Figura 46 se observa el armado de malla de acero del muro siguiendo las especificaciones del plano.

Figura 46

Armado de malla de acero



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - mayo 2023.

En la Figura 47 se observa la malla de acero para el vaciado de muro.

Figura 47

Malla de acero



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña - Mayo 2023.

5.3.4. Separación de residuos de acero

En obra se hace la separación de residuos sobrantes en un cilindro, acumulando los retazos sobrantes de los cortes de acero, algunos son utilizados para mallas de zapatas y los retazos más pequeños se recolecta para venta. En la Figura 48 se puede apreciar la recolección de los retazos de los cortes de acero.

Figura 48

Recolección de acero



Nota: Alamy - Mayo 2023.

5.4. Porcentaje de desechos de madera

5.4.1. Características del encofrado de madera

El encofrado es una técnica de moldeado del hormigón muy utilizada en construcción por su versatilidad para conseguir resultados de todo tipo. Esto se debe a que el flexible molde en el que se vierte el material, le permite adoptar una gran variedad de formas. Algunos ejemplos:

- Encofrado horizontal: Forjados y losas.
- Encofrado vertical: Muros y pilares.
- Encofrado inclinado: Taludes y muros inclinados.
- Encofrado curvo: Cúpulas, bóvedas y paraboloides.

5.4.2. Modulación de encofrado de madera

En la presente tesis vemos encofrados de diferentes estructuras, la cual la modulación sirve de base para la construcción de estructuras según la forma y la función requerida de nuestro proyecto.

En la Figura 49 se muestra el encofrado de zapata.

Figura 49

Encofrado de zapata



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- Agosto 2023.

En la Figura 50 se muestra el encofrado de muro.

Figura 50

Encofrado de muro



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- Agosto 2023.

5.4.3. *Proceso de encofrado de muros, cimentación y zapatas*

- En la Figura 51 presenta el proceso de encofrado de muros de la obra.

Figura 51

Encofrado de muro



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- Agosto 2023.

- En la Figura 52 se muestra el encofrado de cimiento,

Figura 52

Encofrado de cimiento



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- Agosto 2023.

- En la Figura 53 se muestra el encofrado de zapata.

Figura 53

Encofrado de zapata



Nota: Obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña- Agosto 2023.

5.5. Presentación de resultados

5.5.1. Metrados de concreto

En la Tabla 5 se muestra el metrado de concreto de los muros por sótano.

Tabla 5*Metrado de concreto*

Descripción	Concreto (m3)
M- 01	
Sótano - 01	6.24
Sótano - 02	4.54
M-02	
Sótano - 01	3.79
Sótano - 02	2.76
M-03	
Sótano - 01	0.64
Sótano - 02	0.58
M-04	
Sótano - 01	2.88
Sótano - 02	7.96
M-05	
Sótano - 01	1.72
Sótano - 02	4.44
M-06	
Sótano - 01	6.56
Sótano - 02	6.03
M-07	
Sótano - 01	3.16
Sótano - 02	2.91
M-07 (Pl-03)	
Sótano - 01	4.16
Sótano - 02	3.82
M-08	
Sótano - 01	5.12
Sótano - 02	4.71
M-09	
Sótano - 01	5.6
Sótano - 02	5.15
M-10	
Sótano - 01	11.72
Sótano - 02	10.77

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 6 se muestra el metrado de concreto de los muros por sótano.

Tabla 6

Metrado de concreto

Descripción	Concreto (m3)
M- 11	
Sótano - 01	8.38
Sótano - 02	7.43
M-11 A	
Sótano - 01	3.26
Sótano - 02	2.34
M-12	
Sótano - 01	9.59
Sótano - 02	7.08
M-13	
Sótano - 01	5.34
Sótano - 02	3.42
M-14	
Sótano - 01	7.91
Sótano - 02	5.5
M-15	
Sótano - 01	12.15
Sótano - 02	8.44
M-16	
Sótano - 01	5.65
Sótano - 02	4.52
M-17	
Sótano - 01	17.7
Sótano - 02	13.27
M-17 A	
Sótano - 01	5.32
Sótano - 02	3.99
M-18	
Sótano - 01	7.92
Sótano - 02	5.84
M-19	
Sótano - 01	29.32
Sótano - 02	21.6
Total de concreto	372.03 m3
% de Desperdicio	2.8%
Volumen estimado	55.80 m3

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 7 se muestra el metrado por demolición manual, de acuerdo a los metros cúbicos por elemento. Según ello se estimó un volumen y se sacó el porcentaje de desperdicio de concreto total.

Tabla 7

Metrado de desperdicio por demolición manual

Item	Placa	m3	Desmante	Desperdicio (m3)
1	AJK -836	25	SUCIO	204
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	BAV -860	27	SUCIO	
4	B2C -866	25	SUCIO	
5	BAX-850	27	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AFB-816	25	SUCIO	
8	AHÍ-785	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	50
2	AJK -836	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	100
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	D4J -831	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	100
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	AFB-816	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
1	D4J -831	25	SUCIO	125
2	AHÍ-785	25	SUCIO	
3	AFB-816	25	SUCIO	
4	AFA - 890	25	SUCIO	
5	AJK -836	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	275
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
5	B2C -866	25	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AJK -836	25	SUCIO	
8	AFA - 890	25	SUCIO	
9	AHÍ-785	25	SUCIO	
10	AFB-816	25	SUCIO	
11	D4J -831	25	SUCIO	
1	AFA - 890	25	SUCIO	25
1	D4J -831	25	SUCIO	50
2	AHÍ-785	25	SUCIO	
1	AFA - 890	25	SUCIO	125
2	AHÍ-785	25	SUCIO	

3	AFB-816	25	SUCIO	
4	D4J -831	25	SUCIO	
5	AFA - 890	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	325
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
5	B2C -866	25	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AJK -836	25	SUCIO	
8	AFA - 890	25	SUCIO	
9	AHÍ-785	25	SUCIO	
10	AFB-816	25	SUCIO	
11	AJK -836	25	SUCIO	
12	AFA - 890	25	SUCIO	
13	AFB-816	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	75
2	B2C -866	25	SUCIO	
3	D4J -831	25	SUCIO	
1	AHÍ-785	25	SUCIO	75
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	D4J -831	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	50
2	AFA - 890	25	SUCIO	
Total del volumen de concreto por demolición manual				154.26 m3
% de Desperdicio				1.16%
Volumen estimado				23.14 m3

Nota: Elaboración propia

En la tabla 8 se presenta el resumen del desperdicio total del concreto.

Tabla 8

Desperdicio Total del Concreto

Total del concreto	526.29 m3
% de Desperdicio	3.96%
Volumen Estimado	78.94 m3

Nota: Elaboración propia

5.5.2. *Metrado de acero*

En la tabla 9 se muestra el metrado de acero de los muros por sótanos, de acuerdo a los kilogramos que ingresan por muro. Según ello se estimó un volumen y se sacó el

porcentaje de desperdicio de acero.

Tabla 9

Medrado de acero

Descripción	Acero (kg)
M- 01	
Sótano - 01	241.5
Sótano - 02	247.8
M-02	
Sótano - 01	152.25
Sótano - 02	153.99
M-03	
Sótano - 01	45.5
Sótano - 02	39.38
M-04	
Sótano - 01	255.5
Sótano - 02	264.62
M-05	
Sótano - 01	173.25
Sótano - 02	148.74
M-06	
Sótano - 01	329.18
Sótano - 02	295.44
M-07	
Sótano - 01	160.2
Sótano - 02	146.7
M-07 (PI-03)	
Sótano - 01	199.8
Sótano - 02	190.3
M-08	
Sótano - 01	253.8
Sótano - 02	229.83
M-09	
Sótano - 01	271.8
Sótano - 02	250.36
M-10	
Sótano - 01	540
Sótano - 02	521.6

Nota: Elaboración propia

Descripción	Acero (kg)
M- 11	
Sótano - 01	292.5
Sótano - 02	281.14
M-11 A	
Sótano - 01	142.63
Sótano - 02	79.69
M-12	
Sótano - 01	423.55
Sótano - 02	219
M-13	
Sótano - 01	176.75
Sótano - 02	149.1
M-14	
Sótano - 01	274.17
Sótano - 02	291.7
M-15	
Sótano - 01	408.98
Sótano - 02	435.6
M-16	
Sótano - 01	209.88
Sótano - 02	227.04
M-17	
Sótano - 01	619.26
Sótano - 02	664.58
M-17 A	
Sótano - 01	191.88
Sótano - 02	205.92
M-18	
Sótano - 01	545.03
Sótano - 02	545.03
M-19	
Sótano - 01	792.78
Sótano - 02	792.78
Total de acero	15358.53 kg
% de Desperdicio	0.08 %
Volumen estimado	0.8 m3

Nota: Elaboración propia

5.5.3. *Metrado de madera*

En la tabla 10 se presenta el metrado de encofrado de los muros por sótano, de acuerdo a los metros cuadrados por elemento. Según ello se estimó un volumen y se sacó el porcentaje de desperdicio de madera.

Tabla 10*Metrado de madera por muros*

Descripción	Encofrado (m2)
M- 01	
Sótano - 01	20.79
Sótano - 02	15.12
M-02	
Sótano - 01	12.63
Sótano - 02	9.18
M-03	
Sótano - 01	2.14
Sótano - 02	1.93
M-04	
Sótano - 01	9.59
Sótano - 02	26.53
M-05	
Sótano - 01	5.73
Sótano - 02	14.8
M-06	
Sótano - 01	21.86
Sótano - 02	20.09
M-07	
Sótano - 01	10.54
Sótano - 02	9.69
M-07 (Pl-03)	
Sótano - 01	13.86
Sótano - 02	12.74
M-08	
Sótano - 01	17.08
Sótano - 02	15.7
M-09	
Sótano - 01	18.66
Sótano - 02	17.16
M-10	
Sótano - 01	39.06
Sótano - 02	35.91

Nota: Elaboración propia

Descripción	Concreto (m3)	Encofrado (m2)
M- 11		
Sótano - 01	8.38	27.94
Sótano - 02	7.43	21.23
M-11 A		
Sótano - 01	3.26	10.88
Sótano - 02	2.34	6.7
M-12		
Sótano - 01	9.59	31.95
Sótano - 02	7.08	20.24
M-13		
Sótano - 01	5.34	17.8
Sótano - 02	3.42	11.4
M-14		
Sótano - 01	7.91	31.65
Sótano - 02	5.5	22
M-15		
Sótano - 01	12.15	48.49
Sótano - 02	8.44	14.8
M-16		
Sótano - 01	5.65	22.61
Sótano - 02	4.52	18.1
M-17		
Sótano - 01	17.7	70.79
Sótano - 02	13.27	53.1
M-17 A		
Sótano - 01	5.32	21.28
Sótano - 02	3.99	15.96
M-18		
Sótano - 01	7.92	26.41
Sótano - 02	5.84	19.46
M-19		
Sótano - 01	29.32	97.94
Sótano - 02	21.6	72.02
Total de madera		1033.54 m2
% de Desperdicio		2.58 %
Volumen estimado		51.68 m3

Nota: Elaboración propia

5.6. Análisis de resultados

5.6.1. Análisis e interpretación de los Resultados

Se analizará la comparación de porcentajes de los residuos de construcción, para así obtener el residuo que genera mayor contaminación dentro de obra.

En la Tabla 11 se presenta el porcentaje de residuos de construcción de la obra Vivienda Multifamiliar Roca y Boloña, que produce un 3.96 % de desperdicio de concreto, 0.08 % de desperdicio de acero y 2.58% de madera.

Tabla 11

Comparación de porcentajes de residuos de construcción.

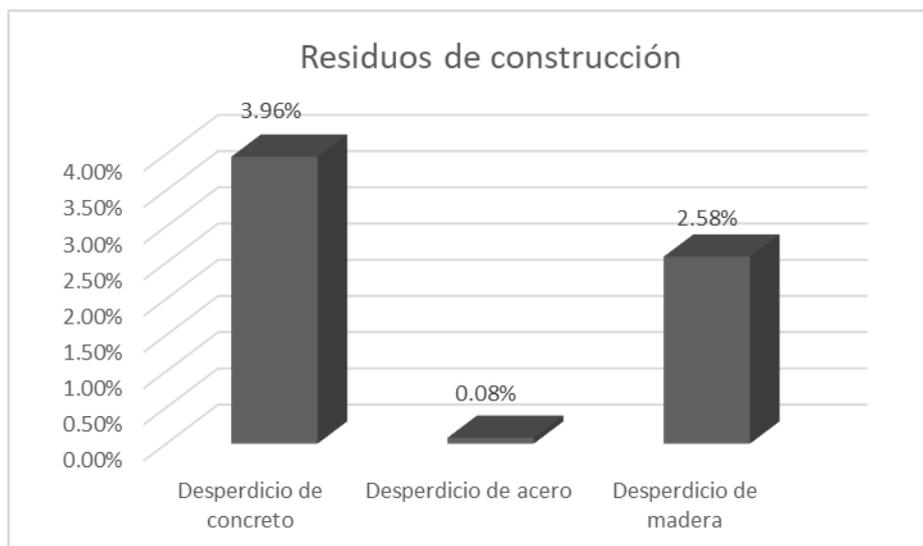
Residuos de construcción	% de Desperdicio
Desperdicio de concreto	3.96
Desperdicio de acero	0.08
Desperdicio de madera	2.58

Nota: Elaboración propia

La figura 54 hace una comparación de porcentajes de residuos de construcción de concreto, acero y madera, en la cual observamos en el gráfico que el mayor es el desperdicio de concreto.

Figura 54

Comparación de porcentajes de residuos de construcción



Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de los metrados de cada residuo de construcción, se obtuvo

que el mayor porcentaje corresponde al desperdicio de concreto.

a) Análisis del porcentaje de concreto

En la Tabla 12 se observa que, el desperdicio por demolición manual es de 1.16 % y el desperdicio de concreto es de 2.8%, obteniendo un total de 3.96 % de desperdicio de concreto la cual representa el desperdicio por vaciado de muros es el mayor contaminante.

Tabla 12

Comparación de desperdicio de concreto y demolición

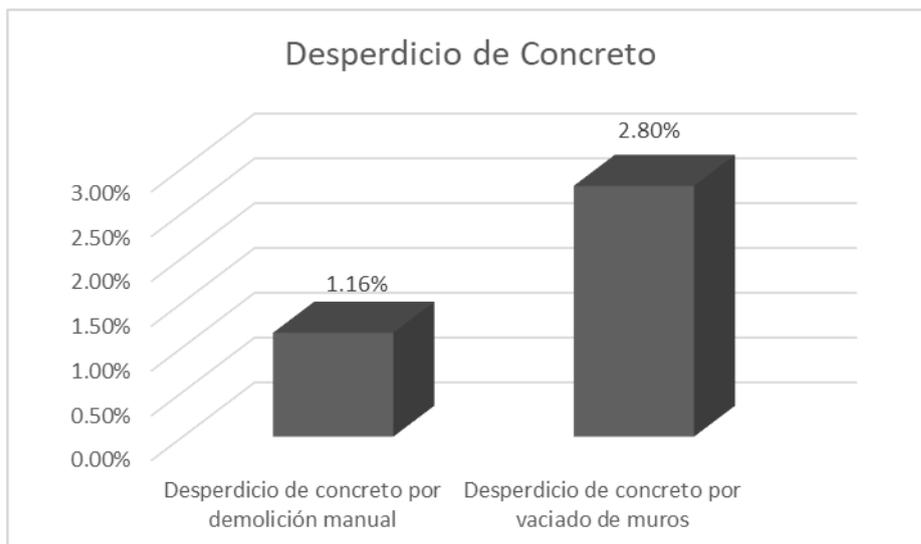
Residuos de concreto	% de Desperdicio
Desperdicio por demolición manual	1.16
Desperdicio de concreto por vaciado de muro	2.8
Total	3.96

Nota: Elaboración propia

En la figura 55 presenta la comparación del desperdicio de concreto por demolición manual y desperdicio de concreto por vaciado de muro.

Figura 55

Comparación de desperdicio de concreto y demolición



Nota: Elaboración propia

b) Análisis del porcentaje de acero

En la Tabla 13 se presenta que el desperdicio de acero es de 0.08 % obteniendo una diferencia del 3.88 % del desperdicio de concreto, el cual nos indica que el concreto es mayor.

Tabla 13

Comparación de residuos de construcción de concreto y acero

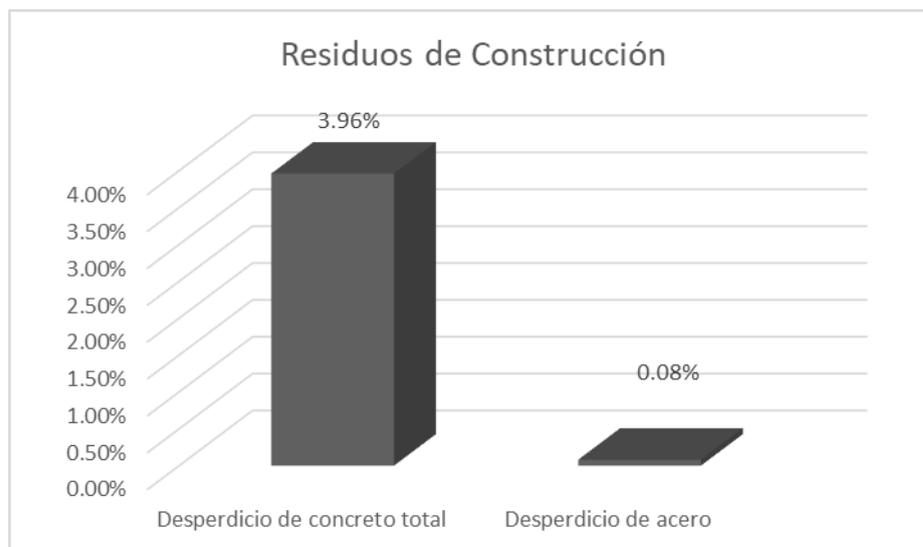
Residuos de construcción	% de Desperdicio
Desperdicio de concreto	3.96
Desperdicio de acero	0.08

Nota: Elaboración propia

En la figura 56 se observa la diferencia de residuos de los residuos de construcción.

Figura 56

Comparación de residuos de construcción de concreto y acero



Nota: Elaboración propia

Al comparar los porcentajes de desperdicio de concreto y de acero se puede observar la diferencia y se puede notar que el desperdicio de acero es mínimo en volumen y porcentaje.

c) Análisis del porcentaje de madera

En la tabla 14 se realiza un cuadro comparativo de residuos de construcción de concreto y madera.

Tabla 14

Comparación de residuos de construcción de concreto y madera

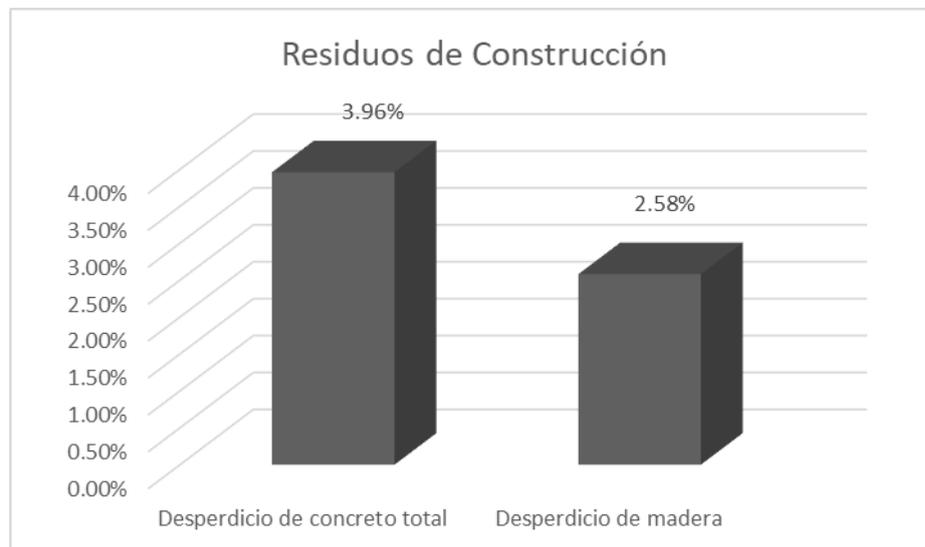
Residuos de construcción	% de Desperdicio
Desperdicio de concreto	3.96
Desperdicio de madera	2.58

Nota: Elaboración propia

En la figura 57 muestra un gráfico comparativo de residuos de construcción.

Figura 57

Comparación de residuos de construcción de concreto y madera



Nota: Elaboración propia

Al comparar los residuos de construcción desperdicios, se observa una diferencia mínima entre el concreto y la madera, esto quiere decir que se debe tener en cuenta que material sería más apropiado a usar. Se podría tener en cuenta el uso de encofrado metálico, realizando la modulación correspondiente.

Por otro lado, tener en cuenta que también es importante ya que el desperdicio de madera dependerá de la cantidad de muros por encofrar u otras estructuras.

5.7. Discusión de los resultados

- a) Según Barrera, A., Corredor, M. y Ruiz, M. (2017). En su tesis “Desarrollo de una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio: “Obra - Comando del Departamento de Policía Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”. En el cual el volumen del residuo producido por concreto tiene un porcentaje de 1,68% y el porcentaje de residuo de acero tiene 0.03 % lo que indica que el porcentaje de residuo de concreto es mayor al porcentaje de residuo de acero, lo cual concuerdo con el estudio de la presente investigación al obtener un porcentaje de 3.96% de residuo de concreto y 0.08% de residuo de acero.
- b) Según Rea, A. (2017). En su tesis “Gestión de residuos en la construcción: Plan de gestión de residuos generados en construcciones de vivienda multifamiliar en el Ecuador”. Si bien el 75% de encuestados del sector de mano de obra asegura tener asignado dentro de la obra un espacio para la acumulación de residuos, están conscientes del desorden y problema que acarrea la ubicación de estos en obra, pues evidencian que dentro de su jornada de trabajo necesitan asignar una jornada completa de la cuadrilla para realizar la limpieza y que ese día generalmente es fin de semana, pero, puede variar si es que llegarán a necesitar nuevas áreas de trabajo. Lo cual se concuerda con la presente investigación ya que el personal muchas veces no dispone de tiempo para realizar dichas actividades, además que el espacio en campo es limitado tanto por el área como por el proceso de construcción durante la excavación.
- c) Según Barrera, A., Corredor, M. y Ruiz, M. (2017). En su tesis “Desarrollo de una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio: “Obra - Comando del Departamento de Policía Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”. En el cual el volumen del residuo producido por concreto tiene un porcentaje de 1,68% y el porcentaje de residuo de madera tiene 15.03 % lo que indica que el porcentaje de residuo de madera es mayor al porcentaje de residuo de concreto, lo cual no concuerdo con el estudio de la presente investigación al obtener un porcentaje de 3.96% de residuo de concreto y 2.58 % de residuo de madera.
- d) Según Barrera, A., Corredor, M. y Ruiz, M. (2017). En su tesis “Desarrollo de una metodología para el manejo ambiental y financiero de residuos de construcción y demolición (RCD). Caso de estudio: “Obra - Comando del Departamento de Policía Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”. En el cual el volumen del

residuo producido por madera tiene un porcentaje de 15.03% y el porcentaje de residuo de acero tiene 0.03 % lo que indica que el porcentaje de residuo de madera es mayor al porcentaje de residuo de acero, lo cual concuerdo con el estudio de la presente investigación al obtener un porcentaje de 2.58% de residuo de madera y 0.08% de residuo de acero.

CONCLUSIONES

1. Según los resultados observamos que el material con mayor cantidad de contaminación que se produce es el concreto por vaciado, como el que también se produce la demolición manual.
2. De acuerdo a los objetivos, se desarrolló el cálculo del desperdicio de residuos de construcción donde se obtuvo 3.96 % de desperdicio de concreto, 2.58% de desperdicio de madera y 0.08 % de acero, estos cálculos fueron obtenidos mediante metrados de cada tipo de residuo. Luego se evaluó que el mayor contaminante es el residuo de concreto en la construcción.
3. Según los resultados que nos arroja el metrado nos indica que tenemos a la madera como segundo elemento que origina mayor contaminación en obra. Siendo su causa las distintas longitudes para la modulación de cada elemento.
4. Según el análisis de los metrados como último elemento contaminante tenemos al acero.

RECOMENDACIONES

1. Como recomendación cuando se realiza el proceso de vaciado de muros una opción para que no origine desperdicio, y obtener un mejor aprovechamiento al residuo de concreto se recomendaría usar plástico bajo la tubería montante para reutilizar ese desperdicio de concreto, puede ser en hacer cachacos de concreto, complementar veredas, en algunos vaciados inconclusos, etc.
2. Se recomienda que el acero sobrante se pueda reutilizar en la malla de zapatas, en inyecciones de acero en caso haya equivocación de distancia los traslapes, o en algunos elementos de menor envergadura, para que pueda ser aprovechable.
3. Se recomienda usar encofrado metálico ya que al realizar el modulado tenemos una medida ya establecida y se pueden usar más veces, de acuerdo a los metros cuadrados del elemento estructural. Además, se da un plano de modulación indicando la cantidad de elementos de encofrado que se requiere para determinada área, y así se origina menos desperdicio. En cuanto a la madera algo negativo es que si bien es cierto te dan la cantidad de fenólicos, estos originan desperdicios ya que la madera es un material manipulable y se están realizando cortes constantemente de acuerdo a las medidas. Esto es lo que origina desperdicio ya que al realizar más cantidad de cortes ya no se pueden reutilizar para otros elementos estructurales de diferentes áreas y por ende se tengan que eliminar.
4. Se recomienda que los residuos de construcción y demolición se separen en obra o bien enviar directamente a una planta de clasificación, así poder reutilizarlo ya que puede abatir costos, disminuir la contaminación y abaratar la edificación.

REFERENCIAS

- Aldana, J., & sherpell, A. (2012). *Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis*. Santiago, Chile: Revista de la construcción,
- Astete Ochoa, P. (2019). *Propuesta de plan de gestión de los residuos sólidos de la construcción y demolición depositados en espacios públicos y obras menores generadas en el Distrito de Ate*. Tacna, Perú.
- Barrera Figueroa, E., y Olmedo Payán, O. (2019). *Utilización de residuos de construcción y demolición (RCD) ligados con materiales cementantes en pavimentos*. Lima, Perú.
- Beltrán Montoya, J., & Chica Osorio, L. (2018). *Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso*. 338–347. Obtenido de <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68824>.
- Carbajal Silva, M. A. (2018). *Situación de la gestión y manejo de los residuos sólidos de las actividades de construcción civil del sector vivienda en la ciudad de Lima y Callao*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3215/carbajal-silva-marcia-andrea.pdf>.
- Carrasco, C. (2014). Con voz propia. *La economía feminista como apuesta teórica y política*. Madrid: La Oveja Roja. María Medina-Vicent Atenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social 2015, 15(1).
<https://www.redalyc.org/pdf/537/53738690015.pdf>.
- Chica Osorio, L. M. y Beltrán Montoya, J. M. (2018). *Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso*. DYNA, 85(206), 338-347. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68824>.
- Decreto de Alcaldía N° 017-2016-MML. (9 enero, 2016). *Reglamento de la Ordenanza N° 1778 Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales*.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-ordenanza-no-1778-gestión-metropolitana-residuos-solidos#:~:text=El%20presente%20Reglamento%20establece%20los,aquellos%20que%20desarrollen%20servicios%20y%2F>
- Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM (21 diciembre, 2017) *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Ministerio del Ambiente - MINAM.

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/reglamento-decreto-legislativo-ndeg-1278-decreto-legislativo-que-aprueba>

Hernández Andino, C. I. (2019). *Incidencia del crédito de la banca pública en la industria de la construcción en el Ecuador; periodo 2000–2017*.

<http://201.159.223.180/bitstream/3317/12875/1/T-UCSG-PRE-ECO-CECO-272.pdf>.

Hernández Sampieri, R. (2016). *Metodología de la investigación 6ta*. Soriano, RR (1991). INACAL. NTP 400.050:2017 *MANEJO DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN. Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción y Demolición*.

INDECOPI. NTP 900.058:2019. *GESTIÓN AMBIENTAL*. Gestión de residuos.

Jiménez, F. y Quesada, B. (2021). *Mejora de los procesos constructivos aprovechando los residuos de la construcción y demolición en Lima Metropolitana*. Lima-Perú: Universidad Ricardo Palma.

MINAN (2016). *Guía informativa Manejo de Residuos de Construcción y Demolición en Obras Menores*. Tomado de file:///C:/Users/dsancheza/Downloads/MANEJO-DE-RESIDUOS-DE-CONSTRUCCI%C3%93N-21-x-15-ok-2%20(10).pdf.

Villoria Sáez, Paola; Río Merino Mercedes del y Porras Amores, César (2010). *Cuantificación de residuos de construcción y demolición (RCD) para su gestión en obras de edificación*. En: "II Congreso Nacional de Investigación en Edificación.", 15/12/2010 - 17/12/2010, Madrid, España.

<https://oa.upm.es/8980/>.

Walsh Perú. (2014). *Plan de manejo Ambiental (6)*.

<https://www.studocu.com/pe/document/instituto-certus/marketing/6-0-plan-manejo-ambiental/17552841>.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de Consistencia

Descripción del proceso constructivo durante la etapa de excavación de una edificación para identificar los residuos de materiales constructivos de mayor contaminación.				
Problema Principal	Objetivo General	Hipotesis General	Variable Independiente	Indicador V.I
¿En qué porcentaje durante la etapa del proceso constructivo de excavación se generan los residuos materiales de mayor contaminación en la construcción de una vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores?	Determinar porcentualmente los residuos de materiales de mayor contaminación que se generan durante las etapas del proceso constructivo de una vivienda multifamiliar en el distrito de Miraflores.	La mayor contaminación de residuos de materiales de construcción, se ejecuta durante la etapa de ejecución de la partida de demolición de cimentación y de vaciado de concreto en muros anclados en la edificación multifamiliar en el distrito de Miraflores.	Proceso constructivo durante la excavación	a)Metrado de concreto que requiere el vaciado de cada muro. b) Colocación de la malla de acero por muro. c) Dimensión y cantidad de encofrado que se necesita por cada muro.
Problemas Especificos	Objetivos Especificos	Hipotesis Especificas	Variable Dependiente	Indicador V.D
a) ¿De qué manera durante la etapa del proceso constructivo de excavación el vaciado de muros influye en la cantidad de desperdicios de concreto? b) ¿De qué manera durante la etapa del proceso constructivo de excavación el encofrado de muros influye en la cantidad de desperdicios de acero? c) ¿De qué manera durante el proceso constructivo de excavación el enmallado de muro influye en la cantidad de desperdicios de madera?	a) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de concreto. b) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de acero. c) Describir el proceso constructivo durante la excavación a fin de determinar el porcentaje de desperdicios de acero.	a) El vaciado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de concreto. b) El enmallado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de acero. c) El encofrado de muros influirá en la cantidad de desperdicios de madera.	Residuos de materiales	a) Desperdicio de concreto que genera el vaciado de muros. b) Cantidad de desperdicios de acero . c) Cantidad de desperdicios de madera.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B: Vale de eliminación de material sucio



DIPOBRAS INGENIEROS S.A.C.
Ingeniería y Construcción

Av. 2 de Mayo Nº 516 Int. 201 - Miraflores
CEL.: 999 968 605 / 910 573 713 Telf. 01 739 7682

PARTE DIARIO

Nº 009261

Máquina	AFB-816	DIA	MES	AÑO
Obra:	RyB	15	06	23

	INICIO	TERMINO	TOTAL
MAÑANA			
TARDE			
NOCHE			
MATERIAL	Solo.		
TOTAL HORAS DE TRABAJO			

COMBUSTIBLE	OIL MOTOR	OIL HIDRAULICO	OIL TRANSMISION

CAPACIDAD m3	Nº DE VIAJES	TOTAL	HORAS DE REPARACIÓN
25	1	25	

Mecánico	
Observaciones	
 ----- JENIFER DAYANA NOVOA SULLCAHUAMAN Ingeniera Civil CIP Nº 264887	
Vº Bº	OPERADOR

Nota: Elaboración propia.

Anexo C: Vale de eliminación de material sucio

DIPOBRAS ³

Ingenieros

DIPOBRAS INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería y Construcción

Av. 2 de Mayo Nº 516 Int. 201 - Miraflores
 CEL.: 999 968 605 / 910 573 713 Telf. 01 739 7682

PARTE DIARIO

Nº 009268

Máquina	AFB-816	DIA	MES	AÑO
Obra:	RyB	16	06	23

	INICIO	TERMINO	TOTAL
MAÑANA			
TARDE			
NOCHE			
MATERIAL	Sucio		
TOTAL HORAS DE TRABAJO			

COMBUSTIBLE	OIL MOTOR	OIL HIDRAULICO	OIL TRANSMISION

CAPACIDAD m3	Nº DE VIAJES	TOTAL	HORAS DE REPARACIÓN
25	1	25	

Mecánico	
Observaciones	
JENIFER DAYANA NOVOA SULLCAHUAMAN Ingeniera Civil CIP Nº 264887	
Vº Bº	OPERADOR

Nota: Elaboración propia.

Anexo D: Vale de eliminación de material sucio



DIPOBRAS INGENIEROS S.A.C.
Ingeniería y Construcción

Av. 2 de Mayo N° 516 Int. 201 - Miraflores
CEL.: 999 968 605 / 910 573 713 Telf. 01 739 7682

N° 009331

PARTE DIARIO

Máquina	ATA-890	DIA	MES	AÑO
Obra:	KyB	06	07	23

	INICIO	TERMINO	TOTAL
MAÑANA			
TARDE			
NOCHE			
MATERIAL	sucio		
TOTAL HORAS DE TRABAJO			

COMBUSTIBLE	OIL MOTOR	OIL HIDRAULICO	OIL TRANSMISION

CAPACIDAD m3	N° DE VIAJES	TOTAL	HORAS DE REPARACIÓN
25	1	25	

Mecánico	
Observaciones	
 JENIFER DAYANA NOVOA SULLCAHUAMAN Ingeniera Civil CIP N° 264887 V° B°	
OPERADOR	

Nota: Elaboración propia.

Anexo E: Vale de eliminación de material sucio

DIPOBRAS 2
Ingenieros

DIPOBRAS INGENIEROS S.A.C.
Ingeniería y Construcción

Av. 2 de Mayo Nº 516 Int. 201 - Miraflores
CEL.: 999 968 605 / 910 573 713 Telf. 01 739 7682

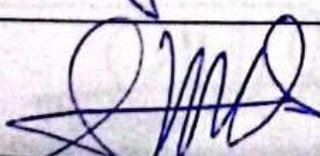
PARTE DIARIO Nº 009388

Máquina	A4I-785	DIA	MES	AÑO
Obra:	RyB	18	07	23

	INICIO	TERMINO	TOTAL
MAÑANA			
TARDE			
NOCHE			
MATERIAL	Sucio		
TOTAL HORAS DE TRABAJO	12:08 pm		

COMBUSTIBLE	OIL MOTOR	OIL HIDRAULICO	OIL TRANSMISION

CAPACIDAD m3	Nº DE VIAJES	TOTAL	HORAS DE REPARACIÓN
25	1	25	

Mecánico		
Observaciones	I.N.S.	
		
	Vº Bº	OPERADOR

Nota: Elaboración propia.

Anexo F: Vale de eliminación de material sucio

2

DIPOBRAS

Ingenieros

DIPOBRAS INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería y Construcción

Av. 2 de Mayo N° 516 Int. 201 - Miraflores
 CEL.: 999 968 605 / 910 573 713 Telf. 01 739 7682

PARTE DIARIO

N° 009325

Máquina	AFA-890	DIA	MES	AÑO
Obra:	RyB	06	07	23

	INICIO	TERMINO	TOTAL
MAÑANA			
TARDE			
NOCHE			
MATERIAL	5000.		
TOTAL HORAS DE TRABAJO			

COMBUSTIBLE	OIL MOTOR	OIL HIDRAULICO	OIL TRANSMISION

CAPACIDAD m3	N° DE VIAJES	TOTAL	HORAS DE REPARACIÓN
25	1	25	

Mecánico	
Observaciones	
 ----- JENIFFER DAYANA NOVOA SULLCAHUAMAN Ingeniera Civil CIP N° 264887	
V° B°	OPERADOR

Nota: Elaboración propia.

Anexo G: Metrados de residuos de construcción

Descripción	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
M- 01			
Sótano - 01	6.24	20.79	241.5
Sótano - 02	4.54	15.12	247.8
M-02			
Sótano - 01	3.79	12.63	152.25
Sótano - 02	2.76	9.18	153.99
M-03			
Sótano - 01	0.64	2.14	45.5
Sótano - 02	0.58	1.93	39.38
M-04			
Sótano - 01	2.88	9.59	255.5
Sótano - 02	7.96	26.53	264.62
M-05			
Sótano - 01	1.72	5.73	173.25
Sótano - 02	4.44	14.8	148.74
M-06			
Sótano - 01	6.56	21.86	329.18
Sótano - 02	6.03	20.09	295.44
M-07			
Sótano - 01	3.16	10.54	160.2
Sótano - 02	2.91	9.69	146.7
M-07 (PI-03)			
Sótano - 01	4.16	13.86	199.8
Sótano - 02	3.82	12.74	190.3
M-08			
Sótano - 01	5.12	17.08	253.8
Sótano - 02	4.71	15.7	229.83
M-09			
Sótano - 01	5.6	18.66	271.8
Sótano - 02	5.15	17.16	250.36
M-10			
Sótano - 01	11.72	39.06	540
Sótano - 02	10.77	35.91	521.6
SUBTOTAL	105.26	350.79	5111.54
TOTAL	301.23	1033.54	15358.53

Nota: Elaboración propia.

Anexo H: Metrados de residuos de construcción

Descripción	Acero (kg)
M- 01	
Sótano - 01	241.5
Sótano - 02	247.8
M-02	
Sótano - 01	152.25
Sótano - 02	153.99
M-03	
Sótano - 01	45.5
Sótano - 02	39.38
M-04	
Sótano - 01	255.5
Sótano - 02	264.62
M-05	
Sótano - 01	173.25
Sótano - 02	148.74
M-06	
Sótano - 01	329.18
Sótano - 02	295.44
M-07	
Sótano - 01	160.2
Sótano - 02	146.7
M-07 (Pl-03)	
Sótano - 01	199.8
Sótano - 02	190.3
M-08	
Sótano - 01	253.8
Sótano - 02	229.83
M-09	
Sótano - 01	271.8
Sótano - 02	250.36
M-10	
Sótano - 01	540
Sótano - 02	521.6
SUBTOTAL	5111.54
TOTAL	15358.53

Descripción	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
M- 11			
Sótano - 01	8.38	27.94	292.5
Sótano - 02	7.43	21.23	281.14
M-11 A			
Sótano - 01	3.26	10.88	142.63
Sótano - 02	2.34	6.7	79.69
M-12			
Sótano - 01	9.59	31.95	423.55
Sótano - 02	7.08	20.24	219
M-13			
Sótano - 01	5.34	17.8	176.75
Sótano - 02	3.42	11.4	149.1
M-14			
Sótano - 01	7.91	31.65	274.17
Sótano - 02	5.5	22	291.7
M-15			
Sótano - 01	12.15	48.49	408.98
Sótano - 02	8.44	14.8	435.6
M-16			
Sótano - 01	5.65	22.61	209.88
Sótano - 02	4.52	18.1	227.04
M-17			
Sótano - 01	17.7	70.79	619.26
Sótano - 02	13.27	53.1	664.58
M-17 A			
Sótano - 01	5.32	21.28	191.88
Sótano - 02	3.99	15.96	205.92
M-18			
Sótano - 01	7.92	26.41	545.03
Sótano - 02	5.84	19.46	545.03
M-19			
Sótano - 01	29.32	97.94	1931.78
Sótano - 02	21.6	72.02	1931.78
SUBTOTAL	195.97	682.75	10246.99

Nota: Elaboración propia.

Anexo I: Metrado de material por eliminación de desmonte.

Descripción	Concreto (m3)	Encofrado (m2)	Acero (kg)
M- 11			
Sótano - 01	8.38	27.94	292.5
Sótano - 02	7.43	21.23	281.14
M-11 A			
Sótano - 01	3.26	10.88	142.63
Sótano - 02	2.34	6.7	79.69
M-12			
Sótano - 01	9.59	31.95	423.55
Sótano - 02	7.08	20.24	219
M-13			
Sótano - 01	5.34	17.8	176.75
Sótano - 02	3.42	11.4	149.1
M-14			
Sótano - 01	7.91	31.65	274.17
Sótano - 02	5.5	22	291.7
M-15			
Sótano - 01	12.15	48.49	408.98
Sótano - 02	8.44	14.8	435.6
M-16			
Sótano - 01	5.65	22.61	209.88
Sótano - 02	4.52	18.1	227.04
M-17			
Sótano - 01	17.7	70.79	619.26
Sótano - 02	13.27	53.1	664.58
M-17 A			
Sótano - 01	5.32	21.28	191.88
Sótano - 02	3.99	15.96	205.92
M-18			
Sótano - 01	7.92	26.41	545.03
Sótano - 02	5.84	19.46	545.03
M-19			
Sótano - 01	29.32	97.94	1931.78
Sótano - 02	21.6	72.02	1931.78
SUBTOTAL	195.97	682.75	10246.99

Item	Placa	m3	Desmonte	Desperdicio (m3)
1	AJK -836	25	SUCIO	204
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	BAV -860	27	SUCIO	
4	B2C -866	25	SUCIO	
5	BAX-850	27	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AFB-816	25	SUCIO	
8	AHÍ-785	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	50
2	AJK -836	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	100
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	D4J -831	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	100
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	AFB-816	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
1	D4J -831	25	SUCIO	125
2	AHÍ-785	25	SUCIO	
3	AFB-816	25	SUCIO	
4	AFA - 890	25	SUCIO	
5	AJK -836	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	275
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
5	B2C -866	25	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AJK -836	25	SUCIO	
8	AFA - 890	25	SUCIO	
9	AHÍ-785	25	SUCIO	
10	AFB-816	25	SUCIO	
11	D4J -831	25	SUCIO	
1	AFA - 890	25	SUCIO	25
1	D4J -831	25	SUCIO	50
2	AHÍ-785	25	SUCIO	
1	AFA - 890	25	SUCIO	125
2	AHÍ-785	25	SUCIO	
3	AFB-816	25	SUCIO	
4	D4J -831	25	SUCIO	
5	AFA - 890	25	SUCIO	

Nota: Elaboración propia.

Anexo J: Vale de eliminación de material sucio

Item	Placa	m3	Desmonte	Desperdicio (m3)
1	AJK -836	25	SUCIO	325
2	AFA - 890	25	SUCIO	
3	AHÍ-785	25	SUCIO	
4	AFB-816	25	SUCIO	
5	B2C -866	25	SUCIO	
6	D4J -831	25	SUCIO	
7	AJK -836	25	SUCIO	
8	AFA - 890	25	SUCIO	
9	AHÍ-785	25	SUCIO	
10	AFB-816	25	SUCIO	
11	AJK -836	25	SUCIO	
12	AFA - 890	25	SUCIO	
13	AFB-816	25	SUCIO	
1	AFB-816	25	SUCIO	75
2	B2C -866	25	SUCIO	
3	D4J -831	25	SUCIO	
1	AHÍ-785	25	SUCIO	75
2	AFB-816	25	SUCIO	
3	D4J -831	25	SUCIO	
1	AJK -836	25	SUCIO	50
2	AFA - 890	25	SUCIO	
CONCRETO POR DEMOLICIÓN MANUAL				1579

Nota: Elaboración propia.

Anexo K: Cuadros finales de residuos de construcción

Residuos de construcción	% de Desperdicio
Desperdicio de acero	153.5853
Desperdicio de encofrado	51.677
Desperdicio por vaciado de muros	75.3075
Desperdicio de concreto por demolición manual	78.95
concreto total	154.2575

Nota: Elaboración propia