

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**Análisis del método demolición controlada de concreto armado,  
en cuanto a tiempo, costo, seguridad y medio ambiente**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Never Augusto Quio Shuña

**Asesor:**

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari

**Juliaca, mayo del 2023**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS

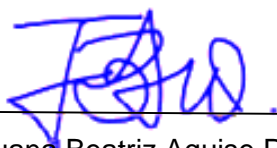
Yo Juana Beatriz Aqise Pari, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“ANÁLISIS DEL MÉTODO DEMOLICIÓN CONTROLADA DE CONCRETO ARMADO, EN CUANTO A TIEMPO, COSTO, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE”** constituye la memoria que presenta el Bachiller **Never Augusto Quio Shuña** para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 10 días del mes de may del año 2023.



Juana Beatriz Aqise Pari

Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiani, a.....09.....día(s) del mes de...mayo.....del año 2023, siendo las 16:00 horas,

se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: Ing. Herson Dukerly Pari Susi

secretario: Eraín Velazquez Mamani y los demás

miembros: Rina Luzmeri Yampara Eicona

.....y el asesor Juana Beatriz Aguirre Pari

..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Análisis del método demolición controlada de concreto armado, en cuanto a tiempo, costo, seguridad y medio ambiente

.....de el(los)/la(las) bachiller(es): a) Never Augusto Quis Shuña

b) .....

.....conducente a la obtención del título profesional de Ingeniero Civil  
(Nombre del Título Profesional)

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/la(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Never Augusto Quis Shuña

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>16</u>	<u>B</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Candidato (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]  
Presidente

[Firma]  
Secretario

[Firma]  
Asesor

[Firma]  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

[Firma]  
Candidato/a (a)

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

## INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN:.....	8
ABSTRACT:.....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. METODOLOGÍA .....	11
2.1 Evaluación del costo.....	12
2.1.1 Evaluación de riesgos de sobrecostos .....	13
2.1.2 Respuesta para los riesgos de sobrecosto .....	13
2.2 Evaluación de tiempo. ....	13
2.2.1 Evaluación de riesgos de atrasos en la programación .....	14
2.2.2 Respuestas para los riesgos, para el atraso de la programación. ....	14
2.3 Análisis de seguridad .....	14
2.3.1 Evaluación de riesgos de seguridad.....	15
2.3.2 Respuestas para los riesgos accidentes laborales .....	15
2.4 Evaluación de los impactos ambientales .....	16
2.4.1 Contaminación Acústica .....	16
2.4.2 Contaminación del aire (Polución).....	18
3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	19
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS. ....	21
4.1. Resultados del Análisis del Costo, demolición controlada .....	21
4.2. Resultados del Análisis de Costo, Demolición Controlada, Demolición Mecánica o Tradicional .....	22
4.3. Consideraciones estructurales para optar por la demolición controlada .....	23
4.4.1. PROYECTO 1 - Puente Derby Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado - Puente Derby (Caso Real).....	24
4.4.2. PROYECTO 2. Muros de Reacción Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado (Caso Real).....	25
4.4.3. PROYECTO 3. Tundish – CAASA Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado, (Caso Real) .....	26
4.5. Resultados del análisis del factor tiempo, demolición controlada y demolición mecánica o tradicional.....	27
4.5.1. PROYECTO 1: Puente el Derby - Lima Demolición Controlada.....	27
4.5.2. PROYECTO 2: Muro de Reacción - Petro Perú - Demolición Controlada .....	28
4.5.3. PROYECTO 3: TUNDISH – CAASA Demolición Controlada .....	28

4.6.	Resultados del análisis de seguridad, en cuanto a demolición mecánica o tradicional (casos simulados).	29
4.7.	Resultados del análisis de los impactos ambientales, en cuanto a demolición mecánica o tradicional (contaminación acústica).	30
4.7.1.	Demoliciones Controladas	30
4.7.2.	Demoliciones Mecánica	32
4.8.	Resultados del análisis de los impactos ambientales, en cuanto a demolición controladas. (contaminación del aire - polución).	33
5.	DISCUSIÓN.	34
5.1.	Procedimiento y tiempo de inicios de actividades.	34
5.2.	Costo	34
5.3.	Tiempo	35
5.4.	Seguridad.	35
5.5.	Sonido.	35
5.6.	Polvo o polución.	35
6.	CONCLUSIONES	36
	REFERENCIAS	38
	ANEXOS.	40

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Parámetros de Ruido Ambiental.....	17
<b>Tabla 2</b> Niveles de Sonidos en Decibles.....	18
<b>Tabla 3</b> Estándares de calidad ambiental para el aire. ....	18
<b>Tabla 4</b> Datos relación costo tiempo. ....	19
<b>Tabla 5</b> Resumen de datos encontrados.....	20
<b>Tabla 6</b> Resultados históricos de demoliciones controladas. ....	21
<b>Tabla 7</b> Proyecto 1 Puente El Derby – Demolición Controlada (Caso Real).....	24
<b>Tabla 8</b> Análisis de riesgos Puente Derby (Caso Simulado). ....	24
<b>Tabla 9</b> Proyecto 1 Puente El Derby - Demolición Mecánica (Caso Simulado).....	24
<b>Tabla 10</b> Proyecto 2 Muros de reacción – Demolición Controlada (Caso Real) ....	25
<b>Tabla 11</b> Análisis de riesgos Muros de reacción – Petro Perú (Caso Simulado). ....	25
<b>Tabla 12</b> Muros de Reacción – Demolición Mecánica (Caso Simulado).....	25
<b>Tabla 13</b> Proyecto 3 Tundish CAASA – Demolición Controlada (Caso Real).....	26
<b>Tabla 14</b> Análisis de riesgos Tundish – CAASA (Caso Simulado). ....	26
<b>Tabla 15</b> Proyecto 3 Tundish CAASA – Demolición Mecánica (Caso Simulado).....	26
<b>Tabla 16</b> Resumen de Resultados Proyecto Puente Derby .....	27
<b>Tabla 17</b> Análisis de riesgos Puente Derby (Caso Simulado). ....	27
<b>Tabla 18</b> Resumen de Resultados Proyecto Puente Derby. ....	27
<b>Tabla 19</b> Resultados Proyecto Muros de reacción, Refinería Talara Petro Perú.....	28
<b>Tabla 20</b> Análisis de riesgos Muros de Reacción (Caso Simulado).....	28
<b>Tabla 21</b> Resumen de Resultados Muros de Reacción Petro Perú. ....	28
<b>Tabla 22</b> Resultados Proyecto TUNDISH, Aceros Arequipa CAASA. ....	28
<b>Tabla 23</b> Análisis de riesgos Tundish CAASA (Caso Simulado). ....	29
<b>Tabla 24</b> Resumen de Resultados Proyecto TUNDISH CAASA.....	29
<b>Tabla 25</b> Comparativo Gestión de Seguridad, Ventajas.....	29
<b>Tabla 26</b> Análisis de riesgos en cuanto a la seguridad. ....	30
<b>Tabla 27</b> Resultados del Monitoreo de niveles de Ruido Ambiental .....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Causas de incremento de presupuesto.....	13
Figura 2. Causas de atrasos de la programación.....	14
Figura 3 Causas de accidentes laborales.....	15
Figura 4 Niveles de sonido en decibeles .....	17
Figura 5 Demolición mecánica Proyecto Aurora Park, emisiones de polvo. ....	19
Figura 6 Resumen costo por metro cuadrado .....	21
Figura 7 Análisis de costos unitarios – Demolición Controlada. ....	22
Figura 8 Análisis de costos unitarios – Demolición convencional o mecánica.....	23
Figura 9 Medición de ruido Proyecto Derby .....	31
Figura 10 Medición de ruido Proyecto SEDAPAL.....	32
Figura 11 Medición de ruido Proyecto AURORA PARK, .....	33

## **Análisis del método demolición controlada de concreto armado, en cuanto a tiempo, costo, seguridad y medio ambiente**

### **RESUMEN:**

La ejecución de demoliciones dentro de las obras civiles es de gran importancia, los mismos son requeridos para ampliar, modificar o eliminar parte de una construcción y/o estructura, el análisis de esto conlleva medir, tiempo, costo y los alcances ambientales que esto genere (Ruido y Polvo), la investigación logró comparar dos tipos de demoliciones con fines de ampliación, Demolición Mecánica convencional y Demolición controlada por medio de hilo de diamante, los resultados se dio a conocer que la demolición con hilo de diamante redujo el tiempo en un 22.94%, en cuanto a costo se redujo un 25.89%, los impactos ambientales fueron mínimos en cuanto a sonido y polvo, (Estos fueron tomados en dos puntos de la investigación), se hace referencia también que dentro de los beneficios de este tipo de demolición, las estructuras no presentan micro fisuras, lo cual permite que sea trabajable al 100% con fines de ampliación o mejoramiento de la misma, el uso de personal se reduce de 4 a 2 personas (según cuadrilla), los accidentes en general son casi nulos, según investigación se muestra las ventajas y desventajas de los dos tipos de demolición, con esta alternativa de demolición controlada nos brindará mejores rendimientos y resultados para la toma de decisiones, al momento de elegir un tipo de demolición según sea requerido y de acuerdo a las condiciones de trabajo que esta actividad requiera.

**Palabras Clave:** Demolición, tiempo-costo, seguridad e impactos ambientales.

## **Analysis of the controlled demolition method of reinforced concrete, in terms of time, cost, safety and environment**

### **ABSTRACT:**

The execution of demolitions within civil works is of great importance, they are required to expand, modify or eliminate part of a construction and / or structure, the analysis of this entails measuring, time, cost and the environmental scope that this generated (Noise and Dust), the investigation was able to compare two types of demolitions for expansion purposes, conventional Mechanical Demolition and Demolition controlled by means of diamond wire, the results were announced that demolition with diamond wire reduced the time in 22.94%, in terms of cost it was reduced by 25.89%, the environmental impacts were minimal in terms of sound and dust, (These were taken at two points of the investigation), reference is also made that within the benefits of this type demolition, the structures do not have micro-cracks, which allows it to be 100% workable for expansion or improvement purposes, the use of personnel is reduced from 4 to 2 people As (according to the crew), accidents in general are almost nil, according to research, the advantages and disadvantages of the two types of demolition are shown, with this controlled demolition alternative it will provide us with better performance and results for decision-making, at the time of choose a type of demolition as required and according to the working conditions that this activity requires.

**Keywords:** Demolition, time-cost, safety and environmental impact.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las demoliciones son utilizadas para poder realizar trabajos de forma continua o mejorar la estructura o añadir modificaciones, todo este proceso requiere de una gran precisión para poder continuar con los trabajos posteriores, se dan casos donde la estructura principalmente de concreto sufre micro cortes o micro fisura, esto ocasiona en muchos casos la aparición de juntas frías posteriores a la demolición. Se añade a todo esto la gran cantidad de ruido molesto, y en muchos casos la proliferación de polvo en el punto de demolición, ocasionando así molestias si estas se llegaren a dar en zonas urbanas y también en la parte rural, recordemos que los problemas de sonido, ocasionan enfermedades a largo plazo al igual que la inhalación de polvo, motivo por el cual, la propuesta de demolición controlada brinda facilidades y mejoras con los problemas antes descritos, disminuyendo el sonido, la polución y los efectos ergónomos que estos conllevan para el personal a cargo de dicha actividades.

El objetivo de esta investigación, es solucionar la problemática que aqueja casi todas las construcciones o remodelaciones en cuanto a COSTO, TIEMPO, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE, comparando dos tipos de demoliciones, “controlada” y “tradicional o mecánica” Según (Buchtik, 2015) “El conocer los riesgos antes de que se tornen inconvenientes. Es preocuparse de ser proactivos en vez de reactivos. Incluye planificar la forma en que se van a gestionar los riesgos, identificar, documentar y analizar los riesgos, planificar como enfrentarlos, implementar los planes y luego supervisarlos” La metodología utilizada en la presente investigación está basada en normas internacionales de fabricación de equipos en el caso del sistema de demolición controlada, por ser este no muy conocido en el mercado nacional, se tomó las normas citadas en manual del equipo, con respecto a los parámetros del sistema tradicional, se tomó las normas nacionales e internacionales, en cuanto a parámetros de seguridad y conservación del medio ambiente, todo esto se detalla en el ítem de metodología.

Según (Granados Fernández, 2019) La estrategia de demolición controlada es un método que funciona cortando los componentes de la estructura, incluido el acero de construcción, a través de un sistema de corte con hilo de diamante. Las ventajas de este sistema son que optimiza aún más los rendimientos del proceso del trabajo, y dependiendo del m<sup>2</sup> de corte, el costo se disminuye, sin embargo, el componente más extraordinario de este sistema es el bajo impacto ambiental, social y de seguridad que produce. Las demoliciones generan

impactos ambientales dentro del su entorno en donde se ejecutan, en esta investigación nos basaremos en dos indicadores, polvo y sonido, los mismos que fueron medidos en 3 diferentes proyectos para su posterior análisis. Según (Aguilar Nuñez, 2017) “El análisis de eco-eficiencia es una herramienta para llevar a cabo la cuantificación de los impactos ambientales en conjunto con una valoración del sistema”.

## **2. METODOLOGÍA**

(HILTI, 2015) Nos brinda el manual para el manejo y fabricación del equipo a utilizar equipo DS WS15 HILTI, 2016: 2004/108/CE, a partir del 20 de abril de 2016: 2014/30/UE, 2006/42/CE, 2011/65/UE, EN 60204-1, EN 12100. Los mismos que fueron plasmados en el Manual de DS WS15 pag.58. dando parámetros de fabricación, seguridad y conservación del medio ambiente, la máquina de corte brinda las facilidades para realizar las demoliciones controladas. En cuanto respecta al costo y tiempo, estos estarán descritos en su respectivo ítem de evaluación, con sus respectivos parámetros, estos serán comparados para ambas metodologías, los cuales deberán estar en las mismas condiciones para ser aceptados y validados como tal, demolición controlada y demolición mecánica o tradicional.

En cuanto a las demoliciones mecánicas o tradicionales, deberán ser comparadas con las mismas normas y parámetros descritos, teniendo como referencia adicional las normas peruanas, según (RNE, 2021, Nov 04) NORMA G.050 (Seguridad durante la construcción), esta misma brinda los parámetros mínimos de seguridad en cuanto a demoliciones, según (MSMM, 2014) ORDENANZA N° 212-2014-MSMM, las ordenanzas son de forma general para la medición de ruido dando los decibeles máximos que son permitidos según zonas, Según (ECA, 2017, Jun 7) DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM, parámetros de estándares de calidad de ambiental (ECA) para el aire.

Para realizar la investigación, y proceder a la recolección de la información, se tuvo que acceder a la base de datos histórico de las demoliciones controladas realizados desde el año 2019 hasta el año 2022 de la empresa prestadora de servicios según (SAC, 2022) INPROC CONTRATISTAS, para dichas actividades, debido a que el tema no tiene muchas investigaciones realizadas. Se tiene casos prácticos realizados con éxito, donde podemos demostrar la eficacia del método utilizado, por tal motivo, se utilizó el muestreo aleatorio según (Sampieri, 2014) tomando como muestras 3 proyectos, que fueron comparados con

una demolición mecánica tradicional, midiendo en estas, el costo, tiempo, seguridad y factores ambientales como polvo y sonido, respectivamente.

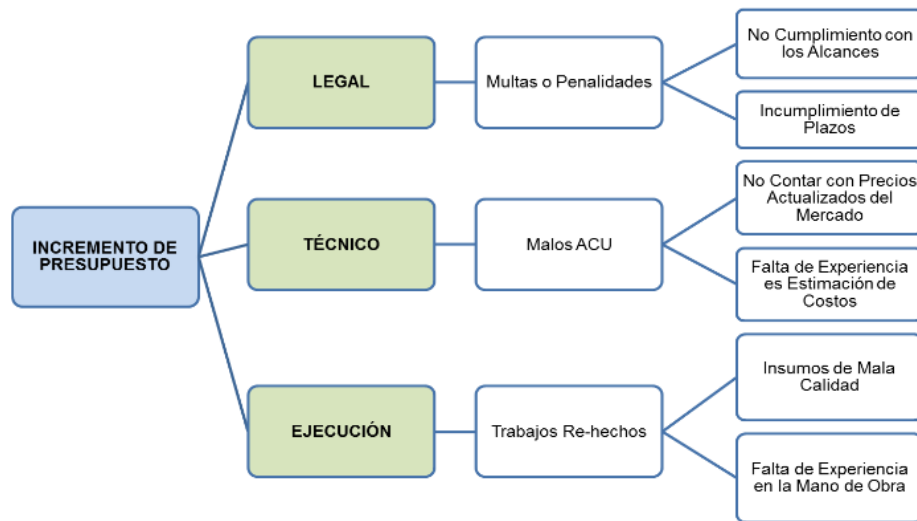
Según (Aeded, 2022) Todo esto tiene como base a la demolición mecánica. Siento esta un conjunto de operaciones organizadas para demoler o destruir de forma total o parcial cualquier tipo de estructura, estos se realizan con equipos de alto costo, que puede ser de tracción, empuje o fragmentación, estos dos métodos de demolición serán comparados.

## **2.1 Evaluación del costo**

Para tener como referencia el costo de demolición controlada con hilo de diamante, se da a conocer los resultados emitidos según (CYPE Ingenieros, 2010) en sector de demoliciones, corte con hilo, que en el precio por metro cuadrado es igual a S/. 2210.15 Soles, el mismo que será comparado con los costos brindados de la base de datos de la empresa colaboradora. En cuanto a los precios estimados en demoliciones mecánicas se tomará los datos dados según (CYPE Ingenieros, 2010) el mismo que será comparado con los costos brindados de la base de datos de la empresa colaboradora. En cuanto a los precios estimados en demoliciones mecánicas se tomará los datos dados, se tiene como referencia el precio dado por la base de dato, se debe considerar adicional a esto que las estructuras a demoler en la comparativa, son similares en algunos casos diferentes, esto podría aumentar el costo, de tal forma se realizará los análisis de riesgos para cada caso.

Según (P.M. & J.O., 2016) Se procederá con el control eficiente de los costos, teniendo de manera simultánea proveedores y colabores, de esta manera se hace el seguimiento a la calidad, todo esto requiere de un sistema de gestión, para proporcionar un enfoque holístico del proyecto a realizar, para realizar el análisis de costos debemos de saber los riesgos que conllevan esta actividad, las demoliciones controladas o demoliciones mecánicas, que en este caso se dará la comparativa, nos brindarán los parámetros esenciales para realizar todo tipo de actividades programadas.

### 2.1.1 Evaluación de riesgos de sobrecostos.



**Figura 1.** Causas de incremento de presupuesto

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.2 Respuesta para los riesgos de sobrecosto.

Para realizar la respuesta ante los riesgos se adjunta formato ver Apéndice A – Técnico. Para obtener resultados óptimos en el análisis de costo, se debe dar y mostrar los riesgos por proyectos de forma independiente, según (Smith., 2002) Dar a conocer una perspectiva más amplia, el tema de gestión de riesgos es usado en varios sectores industriales, lo cual provee información que sirve como base para poder tomar decisiones correctas, dentro de las actividades.

### 2.2 Evaluación de tiempo

Para garantizar el éxito en cualquier proyecto, es fundamental optimizar el tiempo, por tal motivo debemos utilizar todas las técnicas necesarias para dar un buen tiempo aceptable.

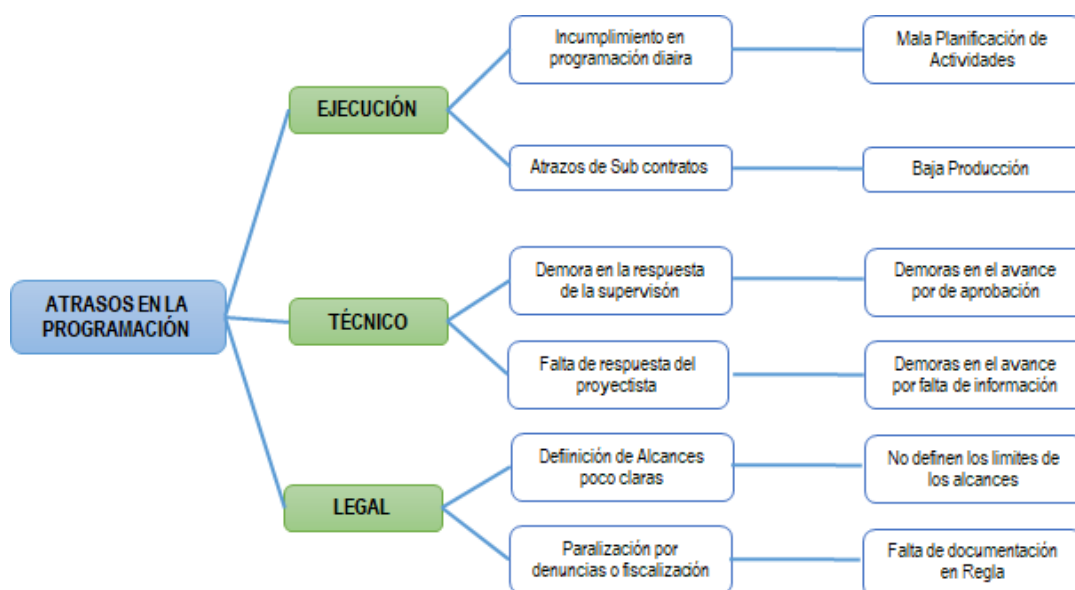
Según (Project, 2021) El tiempo al no ser calculados de forma eficiente, los proyectos de diferentes calibres se ven afectados por diversos motivos, una mala planificación, una mala gestión de riesgos conlleva a cometer errores dentro de la ejecución del proyecto.

Para el control de tiempos se tiene que tener en cuenta el rendimiento de las partidas a comparar, para el caso demoliciones controladas el rendimiento es 4 m<sup>2</sup>/Día se obtuvo este dato de los costos históricos brindados por la empresa ejecutora, según (SAC, 2022).

Para la comparativa con las demoliciones mecánicas se tiene que los rendimientos de los martillos neumáticos son de 4 m<sup>3</sup>/Día según (Análisis, 2021) los mismos que podrán ser comprobados en el Apéndice A – Técnica, Documentación Adjunta.

Para la obtención de los datos, se tuvo que realizar el análisis de los riesgos en cuanto a la programación de las actividades. Según (Institute, 20221) la Guía PMBOK® (2021), en el acta de constitución del proyecto, se hace una mención general de los riesgos de una obra, lo cual se debe identificar y dar respuesta inmediata a estos riesgos encontrados.

### 2.2.1 Evaluación de riesgos de atrasos en la programación.



**Figura 2.** Causas de atrasos de la programación.

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.2 Respuestas para los riesgos, para el atraso de la programación.

Para la respuesta a los riesgos se adjunta el formato en el Apéndice A – Técnico, el mismo que permite formular las respuestas necesarias para evitar los riesgos antes mencionados, para ambos métodos, demolición controlada y demolición mecánica o convencional.

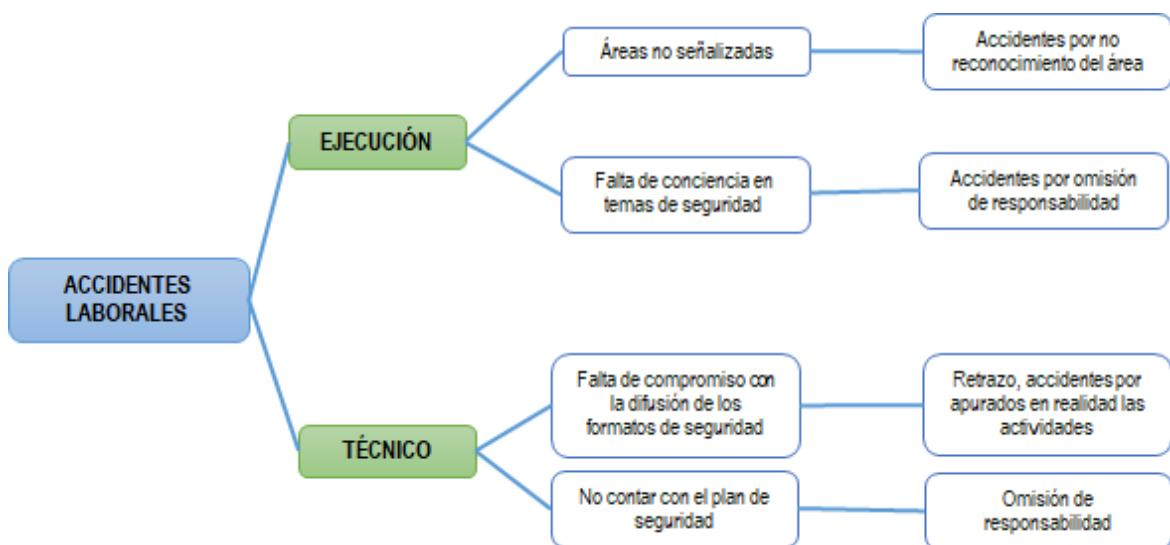
### 2.3 Análisis de seguridad

Para la seguridad se deberá de basar de acuerdo a las normas nacionales, según (RNE, 2021, Nov 04) NORMA G.050 (Seguridad durante la construcción), esta misma brinda los parámetros mínimos de seguridad en cuanto a demoliciones, se deberá de elaborar un ordenamiento y planificación, las medidas de protección se deberán de respetar para evitar

accidentes e incidentes dentro de los proyectos, se deberá de proteger todas las estructuras adyacentes para evitar daños externos. Se deberá de contar con un supervisor exclusivos para estas actividades, todo esto estará plasmado en formatos de acuerdo a la actividad.

La seguridad, es de vital importancia en toda actividad que esté relacionado con la construcción, esta actividad presenta peligros que se puede manifestar como riesgos e incluso convertirse en accidentes o incidentes, dependerá del grado de análisis de los riesgos que se tenga a bien conocer y mitigar. Según (Rosales & Vilchez, 2012) El riesgo se cuantifica en consecuencia al nivel de gravedad de daño que pueda causar, y de la probabilidad que esta lesión suceda. Dentro de las demoliciones convencionales estos son de mayores estudios, debido al grado de dificultad que presentan dichas actividades. Sin embargo, en el caso de las demoliciones contraladas estos riesgos son minimizados por el mismo sistema de corte para la posterior eliminación.

### 2.3.1 Evaluación de riesgos de seguridad.



**Figura 3** Causas de accidentes laborales

Fuente: Elaboración Propia

### 2.3.2 Respuestas para los riesgos accidentes laborales.

Para la respuesta a los riesgos sobre accidentes laborales se adjunta el formato en el Anexo I. estos formatos son para las demoliciones controladas y demoliciones mecánicas o convencional.

## **2.4 Evaluación de los impactos ambientales.**

Los impactos ambientales, dentro de la construcción son por lo general muy dañinos con el entorno donde estos se presentan, todo proyecto debería tener parámetros que regulen estos impactos, los cuales se ven muy marcados en los grandes proyectos, pero dentro de proyectos pequeños o medianos, estos no son de motivo de estudio o monitoreo.

Según (Ambiente, 2017) La construcción de edificaciones contribuye al funcionamiento continuo de los sistemas que causan daños ambientales, los mismos que incluyen sistemas de vehículos de motor, sistemas de energía y datos, y el sistema industrial, según (Granados Fernández, 2019) los impactos ambientales dentro de la construcción son abundantes, las demoliciones son por naturaleza una actividad muy dañina para el medio ambiente. por tal motivo se estará investigando los efectos que estos tiene en el entorno y si están permitidos para poder ser tolerados por el ser humano. Los impactos ambientales que serán estudiados son:

1. Contaminación acústica
2. Contaminación del aire (polución)

### **2.4.1 Contaminación Acústica.**

Uno de los principales impactos ambientales dentro de las demoliciones es el sonido, la contaminación acústica ocasiona malestares permanentes o degenerativo como es la sordera. El ruido es todo sonido no deseado que altera tu tranquilidad, en la investigación daremos a conocer los niveles de decibeles medidos en campo, en diferentes obras realizando el método de demolición controlada con hilo de diamante.

La investigación se basará para proceder a la comparativa según (MSMM, 2014) en la ORDENANZA N° 212-2014-MSMM, las ordenanzas son de forma general para la medición de ruido dando los decibeles máximos que son permitidos según zonas, donde nos brinda los decibeles que se permiten según zona.

**Tabla 1** *Parámetros de Ruido Ambiental*

Zona	Medición de Ruido Diurno	Medición de Ruido Nocturno
De protección especial	50 dB	40 dB
Residencial	60 dB	50 dB
Comercial	70 dB	60 dB
Industrial	80 dB	70 dB

Fuente: (MSMM, 2014)

Cabe resaltar que todas las ordenanzas municipales están basadas en un ECA. Según (MEGAZINE, 2018) La contaminación sonora, tiene sus parámetros dentro de los niveles de sonido en función a las actividades que se realicen en el momento, se ha llegado a la conclusión que el ruido es subjetivo, en la siguiente imagen se da a conocer el nivel del ruido.



**Figura 4** *Niveles de sonido en decibeles*

Fuente: (MEGAZINE, 2018)

Las mediciones para la investigación se realizaron por medio de un sonómetro digital UNI-T UT353 BT, donde se brindará los datos medidos de las demoliciones controladas (aumento de los decibeles) que se realizó.

En general toda actividad de demolición genera una gran cantidad de contaminación sonora, de todos los equipos empleados, según (HILTI, 2015) el Manual Hilti DS WS 15, nos da a conocer que el máximo de decibeles es menor a 79 dB. adicional a esta información los equipos empleados en una demolición convencional, son los siguientes:

**Tabla 2 Niveles de Sonidos en Decibels**

Equipos	Decibels	Equipo	Decibeles
Martillo Neumático	113	Aplanadora de tierra	96
Perforador neumático	111	Grúa	96
Martillo Picador Hidráulico	120	Martillo	99
Sierra industrial	102	Niveladora	94
Soldador de pernos	101	Cargador de tractor	95
Bulldozer	93-96	Retroexcavadora	96

Fuente: (Granados Fernández, 2019)

### 2.4.2 Contaminación del aire (Polución).

Uno de los principales focos de contaminación del aire, son el polvo y los gases, para el estudio de esta investigación, daremos a conocer los alcances y mediciones de polvo, todas las demoliciones son víctimas de contaminación por polvo, se tiene como referencia al DECRETO SUPREMO N° 003-2017-MINAM, parámetros de estándares de calidad de ambiental (ECA) para el aire.

En el caso de los parámetros de calidad del aire, los más conocidos para medición de polvo, sustancias químicas orgánicas, ceniza, cemento, polen, hollín y metales, son PM2.5 Y PM10.

**Tabla 3 Estándares de calidad ambiental para el aire.**

Parámetros	Periodo	Valor [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Criterios de evaluación	Método de análisis
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM2,5)	24 Horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM10)	24 Horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	

Fuente: (ECA, 2017, Jun 7)

En el caso de demolición controlada, las emisiones de polvo son mínimas debido a que son controladas con el caudal de agua que es parte del sistema de corte para el enfriamiento del hilo diamantando.

Según (YERS, 2003) La constante inhalación de polvo, en muchas oportunidades ocasiona estornudos, el mismo es una de respuesta de protección del organismo, pero en muchos casos son demasiados pequeños que llegan alojarse en los pulmones de los seres humanos, en la presente investigación se brindará la información necesaria para tener en cuenta al nivel de polvo respirable, en una demolición controlada.

Dice la autora (Granados Fernández, 2019) Dentro las demoliciones convencionales, la emisión de polvo son en grandes cantidades, lo cual puede llegar a un punto de perturbación la estabilidad del ser humano La siguiente Imagen nos brinda de forma gráfica emisiones de polvo que este tipo de demoliciones ocasionan.



**Figura 5** Demolición mecánica Proyecto Aurora Park, emisiones de polvo.

Fuente Propia

### 3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Debido a que en la investigación solo contamos con 16 datos, se realizó mediante el T Stundet.

**Tabla 4** Datos relación costo tiempo.

Proyecto	Costo/Tiempo
PROYECTO 1	184.88
PROYECTO 2	193.59
PROYECTO 3	178.00
PROYECTO 4	165.67
PROYECTO 5	262.37
PROYECTO 6	155.57
PROYECTO 7	154.88
PROYECTO 8	191.14
PROYECTO 9	170.68
PROYECTO 10	184.21
PROYECTO 11	267.93

PROYECTO 12	263.38
PROYECTO 13	398.14
PROYECTO 14	317.08
PROYECTO 15	313.77
PROYECTO 16	279.30

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 5** Resumen de datos encontrados

Columna1	
Media	230.0372988
Error típico	17.96025253
Mediana	192.3648438
Moda	#N/D
Desviación estándar	71.84101013
Varianza de la muestra	5161.130736
Curtosis	0.135074023
Coefficiente de asimetría	0.92309484
Rango	243.269
Mínimo	154.875
Máximo	398.144
Suma	3680.59678
Cuenta	16

Fuente: Elaboración Propia.

Intervalo de confianza al 95%

$$\mu = \bar{x} \pm t \frac{s}{\sqrt{n}}$$

U = (268.31;191.76)

Inferimos estadísticamente:

Límite superior: LS = 268.3105969

Límite inferior : LI = 191.7640006

El intervalo de confianza representa el 31.25% de los datos al 95% de nivel de confianza

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 4.1. Resultados del Análisis del Costo, demolición controlada.

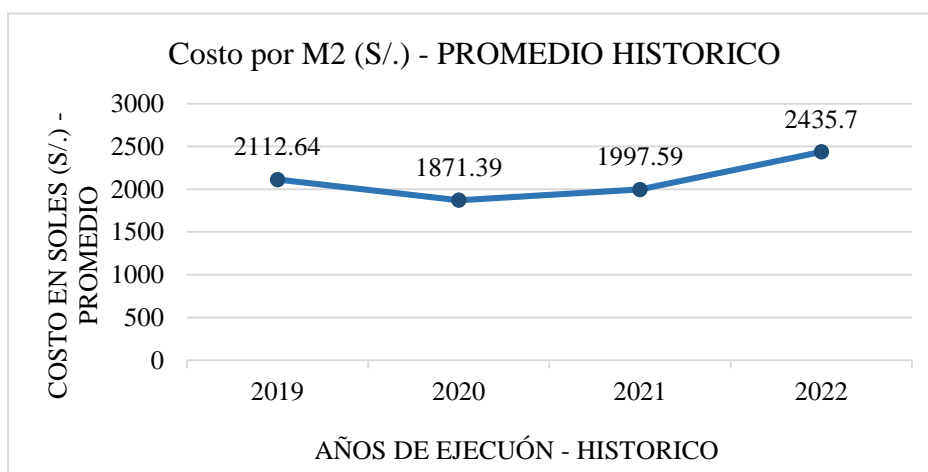
Según (Duarte, 2004) El constante avance de las tecnologías, hace que las empresas busquen maneras de aminorar gastos y presentar un buen producto al consumidor o cliente, la metodología eficaz se convierte en un valor agregado al producto ofrecido, los resultados brindados, son datos obtenidos de forma histórica de los trabajos realizados en diferentes partes del Perú, minería, refinería, edificaciones, etc. Los datos obtenidos, forman parte de la data de empresa INPROC CONTRATISTAS SAC, especialistas en demoliciones controladas o cirugía del concreto.

El detallado de los precios y proyectos ejecutados se adjunta en el Apéndice A – Técnico. El costo promedio por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) histórico, será el siguiente, el mismo que se tomó 3 proyectos por año realizados.

**Tabla 6** Resultados históricos de demoliciones controladas.

Año de Ejecución	Promedio Costo por M2 (S/.)	Decrecimiento por año, con respecto al año anterior	Crecimiento por año con respecto al año anterior
2019	2112.64	0	0
2020	1871.39	-11.52%	0
2021	1997.59	0	6.7%
2022	2435.70	0	21.9%

Fuente. Elaboración propia



**Figura 6** Resumen costo por metro cuadrado

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al año 2019 al año 2022, se tuvo un crecimiento del 15.2%, adicional de esto se notó un decrecimiento del 11.52%, esto debido al tema de COVID 19, este problema afecto a todas las industrias, y en esta industria de la construcción no fue ajeno a esto.

Para la comparación se realizó simulaciones de 3 proyectos que fueron ejecutados, pero con el método tradicional, demolición mecánica o tradicional, para ambos casos, se aplicó el análisis de riesgos, para asegurar que ambos métodos estén en las mismas condiciones, de esta manera de se garantiza que los resultados puedan ser comparados de manera eficaz, se añade el análisis de costo unitario de la demolición controlada o corte con hilo de diamante.

						677.57
						2642.5318
COSTO UNITARIO X M2 EN \$						
COSTO EN SOLES						
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$	Precio \$ \$
<b>1</b>	<b>Mano de obra</b>					
10101000002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.210526	6.25	1.32
10101000003	OPERARIO HILTI	hh	1.0000	2.105263	5.34	11.24
10101000004	OPERARIO DIAMANTINA	hh	1.0000	2.105263	5.09	10.72
10101000003	OFICIAL	hh	2.0000	4.210526	4.33	18.23
						<b>41.51</b>
						<b>Subtotal mano de obr</b>
<b>2</b>	<b>Materiales</b>					
169286	376630 HILO DIAMANTE DS-W 10.5 LC (50M) GRIS	Rollo x		0.050000	9235.00	461.75
169285	232584 CAMISA DS-DW	und		0.250000	7.65	1.91
169242	235842 - PASADOR DS WP	und		0.250000	5.28	1.32
169210	371383-SET DE CONECTOR DS WC - PARA CABLE	und		0.050000	274.58	13.73
169247	282529-ANCLAJE EXP HKB3 1/2- X 7- LT	und		2.000000	1.91	3.82
269215	20800-46 ANCLAJE EXPANSIÓN HDI + 1/2"	und		2.000000	0.44	0.88
269217	435018 - BROCA TE CX 5/8- X 8"	und		0.050000	35.00	1.75
269213	376631 - BROCA TE - XY 1 1/4" X 36"	und		0.050000	59.48	2.97
269214	2078089 - BROCA DD-B 474300 UCL	und		0.100000	82.56	8.26
269219	WO-40 SPRAY	und		0.250000	8.00	2.00
						<b>498.39</b>
						<b>Subtotal mano de ma</b>
<b>3</b>	<b>Equipos</b>					
166010	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		5%	41.51	2.08
166011	SIERRA DE HIJO DS WS15 3X480 PR INC PREENSA H	hm	1.000000	2.105263	51.88	109.22
209116	433323 - DIAMANTIN DD 150-U + COLUMNNA CTL	hm	1.000000	2.105263	6.46	13.60
166803	TALADRO TE 30 C AVR 230 V + BATERIA + CARGAI	hm	1.000000	2.105263	2.26	4.76
166804	TALADRO DE 70 C VTR 230 V	hm	1.000000	2.105	3.81	8.02
						<b>137.68</b>
						<b>Costo Equipos</b>

**Figura 7** Análisis de costos unitarios – Demolición Controlada.

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.2. Resultados del Análisis de Costo, Demolición Controlada, Demolición Mecánica o Tradicional.

Según (Faidy, 2019) Las demoliciones dentro de las construcciones son muy recurrentes, las demoliciones mecánicas, proporcionan en muchos casos ampliaciones y remodelaciones. Pero presentan mucha fallas o micro fisuras en el concreto. La acción de demoler es destruir una estructura que no se dará utilidad o se desea eliminar, para dar paso a un nuevo proyecto, Esto conlleva a realizar los análisis respectivos de costos.

Para el cumplimiento de la comparación entre los dos métodos, demolición controlada y demolición mecánica, se realizó el análisis de riesgos en cuanto a costo para la demolición mecánica. Se añade análisis de costos unitarios de método de demolición tradicional o mecánica.

<b>Código</b>	<b>Unidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
<b>1</b>		<b>Equipos</b>			
mq05m	h	Martillo neumático.	6.000	22.22	133.32
mq05m	h	Retroexcavadora	1.000	210.00	210.00
mq05pd	h	Compresor portátil diesel media presión	3.000	28.42	85.26
mq08so	h	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	2.000	25.88	51.76
<b>Subtotal equipos:</b>					<b>480.34</b>
<b>2</b>		<b>Mano de obra</b>			
mo019	h	Operario soldador.	1.850	27.92	51.65
mo112	h	Peón especializado de construcción.	7.401	18.72	138.55
mo113	h	Peón de construcción.	6.168	18.42	113.61
<b>Subtotal mano de obra:</b>					<b>303.81</b>
<b>3</b>		<b>Herramientas</b>			
	%	Herramientas	2.000	784.15	15.68
<b>Costos directos (1+2+3):</b>					<b>799.83</b>

**Figura 8** *Análisis de costos unitarios – Demolición convencional o mecánica.*

Fuente: Elaboración Propia

Se añade como comentario, el resultado del análisis solo contempla la actividad descrita como tal, los resultados presentados a continuación se añade los gastos generales y la rentabilidad correspondiente, motivo por el costo tiende a subir por los metros cuadrados o cúbicos demolidos.

#### **4.3. Consideraciones estructurales para optar por la demolición controlada.**

Se debe tener en cuenta algunas consideraciones estructurales y condiciones de trabajo:

- **Resistencia del Concreto:** Se tendría que tener presente cuanta es la resistencia del concreto para poder optar por el tipo de hilo de diamante a usar.
- **Rigidez de la estructura:** Se tiene que evaluar el tipo de estructura a demoler, columna, viga, muro o placa, continuidad de la estructura, que esto no afecte a super estructura.

- **Estabilidad de la Estructura:** Se tiene que tener en cuenta la estabilidad de las estructuras a cortar.
- **Peso de la Estructura:** Se tiene que saber el peso de la estructura a cortar, para tener en cuenta el tipo de grúa a utilizar en el proceso de izaje.

#### 4.4. Casos Prácticos

##### 4.4.1. PROYECTO 1 - Puente Derby Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado - Puente Derby (Caso Real)

**Tabla 7** Proyecto 1 Puente El Derby – Demolición Controlada (Caso Real).

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2016
Metrados	500 m2 [2]
Costo por m2	S/. 2778.21
Costo Total	S/. 1,389,105.00
Rentabilidad	35%
Método de demolición	Demolición Controlada – Corte con Hilo Diamantando

Fuente: Elaboración Propia.

#### Demolición Mecánica – Puente Derby (Caso Simulado)

Para realizar el caso hipotético, se tuvo que realizar el análisis de riesgos, los cuales se tendría que analizar en diferentes aspectos.

**Tabla 8** Análisis de riesgos Puente Derby (Caso Simulado).

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos Legales	- Alcances no claros para las sub contratadas, en cuanto a costo tiempo. - Penalidad por retrasos.	- Realizar el cronograma valorizado de obra.  - Cumplir con los ratios
Riesgos Técnicos	- Falta de información con planos no actualizados. - Realizar Incorrectos ACU por falta de información	- Tener claro los planos, sellados por supervisión. - Realizar cotizaciones con proveedores locales.
Riesgos de Ejecución	- Trabajos no realizados por falta de información. - Trabajos que no cumple el rendimiento diario	- Tener un tren de actividades, Lookahead. - Control con cartas balances.

Fuente: Elaboración Propia.

Se procede a realizar la tabla del caso simulado, con los metrados que se citan y realizando el presupuesto respectivo.

**Tabla 9** Proyecto 1 Puente El Derby - Demolición Mecánica (Caso Simulado)

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2016
Metrados	955.85 m3 [2]
Costo por m3	S/. 1620.08
Costo Total	S/. 1,548,553.32

Rentabilidad	35%
Método de demolición	Demolición Mecánica – Convencional, Rotomartillos, etc

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.4.2. PROYECTO 2. Muros de Reacción Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado (Caso Real)

**Tabla 10** Proyecto 2 Muros de reacción – Demolición Controlada (Caso Real)

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2019
Metrados	147 m2.
Costo por m2	S/. 2033.62
Costo Total	S/. 298,941.92
Rentabilidad	27%
Método de demolición	Demolición Controlada – Corte con Hilo Diamantado

Fuente: Elaboración propia

#### Demolición Mecánica – Muros de Reacción (Caso Simulado)

Para siguiente caso hipotético, se basó de acuerdo a los parámetros dados por la empresa que requería el servicio Petro Perú, se realizó el análisis de riesgos:

**Tabla 11** Análisis de riesgos Muros de reacción – Petro Perú (Caso Simulado).

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos Legales	- Alcances no claros para las sub contratadas, en cuanto a costo tiempo. - Penalidad por retrasos.	- Realizar el cronograma valorizado de obra.  - Cumplir con los ratios
Riesgos Técnicos	- Falta de información con planos entregados a destiempo - Realizar Incorrectos ACU por falta de información	- Tener claro los planos, sellados por supervisión. - Realizar cotizaciones con proveedores locales.
Riesgos de Ejecución	- Trabajos no realizados por falta de información. - Trabajos que no cumple el rendimiento diario. - Condiciones de acceso restringidos, rendimientos bajos.	- Tener un tren de actividades, Lookahead. - Control con cartas balances. - Aumento de rendimiento con una maquinaria adicional

Fuente: Elaboración propia

Se procede a realizar la tabla del caso simulado, con los metrados que se realizó de acuerdo a los planos.

**Tabla 12** Muros de Reacción – Demolición Mecánica (Caso Simulado).

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2019
Metrados	315 m3
Costo por m3	S/. 1248.01
Costo Total	S/. 393,122.25
Rentabilidad	27%
Método de demolición	Demolición Mecánica – Convencional, Rotomartillos, etc

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.3. PROYECTO 3. Tundish – CAASA Demolición Controlada, Corte con Hilo Diamantado, (Caso Real)

**Tabla 13** Proyecto 3 Tundish CAASA – Demolición Controlada (Caso Real).

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2022
Metrados	82 m2.
Costo por m2	S/. 2665.10
Costo Total	S/. 218,538.57
Rentabilidad	35%
Método de demolición	Demolición Controlada – Corte con Hilo Diamantando

Fuente: Elaboración Propia.

#### Demolición Mecánica, Tundish CAASA (Caso Simulado)

Para realizar el caso hipotético, se tuvo que realizar el análisis de riesgos, los cuales se tendría que analizar en diferentes aspectos.

**Tabla 14** Análisis de riesgos Tundish – CAASA (Caso Simulado).

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos Legales	- Alcances no claros para las sub contratadas, en cuanto a costo tiempo. - Penalidad por retrasos.	- Realizar el cronograma valorizado de obra.  - Cumplir con los ratios
Riesgos Técnicos	- Falta de información con planos entregados a destiempo - Realizar Incorrectos ACU por falta de información	- Tener claro los planos, sellados por supervisión. - Realizar cotizaciones con proveedores locales.
Riesgos de Ejecución	- Trabajos no realizados por falta de información. - Trabajos que no cumple el rendimiento diario. - Rendición de demolición se reduce a 3 m3, por tener solo 6 horas de trabajo.	- Tener un tren de actividades, Lookahead. - Control con cartas balances. - Controles previos al inicio de las actividades, check list, etc.

Fuente: Elaboración Propia.

Se procede a realizar la tabla del caso simulado, con los metrados que se realizó de acuerdo a los planos.

**Tabla 15** Proyecto 3 Tundish CAASA – Demolición Mecánica (Caso Simulado).

Datos	Resultados
Año de Ejecución	2022
Metrados	105 m3
Costo por m3	S/. 2882.41
Costo Total	S/. 302,758.28
Rentabilidad	35%
Método de demolición	Demolición Mecánica – Convencional, Rotomartillos, etc

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5. Resultados del análisis del factor tiempo, demolición controlada y demolición mecánica o tradicional.

Según (Meprosa, 2020) El fin de gestionar el tiempo de todo proyecto, es describir el proceso necesario para el cumplimiento del de las actividades, todos los riesgos deben ser considerados y plasmados, Esto conlleva a realizar los análisis respectivos de los tiempos utilizados para la demolición controlada y demolición mecánica o tradicional.

##### 4.5.1. PROYECTO 1: Puente el Derby - Lima Demolición Controlada

**Tabla 16** *Resumen de Resultados Proyecto Puente Derby*

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M2	Máquinas de Corte utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M2/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2016	500.00	2	8	70

Fuente: Elaboración Propia

#### Puente el Derby – Lima

##### Demolición Mecánica o tradicional (Caso Simulado)

Se realizó el análisis de riesgos para el caso simulado, teniendo en cuenta las condiciones del proyecto.

**Tabla 17** *Análisis de riesgos Puente Derby (Caso Simulado).*

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos de Ejecución	- No se puede realizar trabajos nocturnos, por la zona residencial. -Paralización de Transito.	- Aumento de maquinarias en el día.  - Utilización de vías alternas
Riesgos Técnicos	- Falta de información con planos entregados a destiempo - Realizar Incorrectos ACU por falta de información	- Tener claro los planos, sellados por supervisión. - Realizar cotizaciones con proveedores locales.
Riesgos de Legales	- Incumplimiento de los alcances. - Penalidad por día	- Realizar programación del proyecto. - Cumplir con los rendimientos

Fuente: Elaboración propia

Se realizó los resultados con los metrados y rendimientos descritos en la metodología.

**Tabla 18** *Resumen de Resultados Proyecto Puente Derby.*

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M3	Retroexcavador con martillo Hidráulico utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M3/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2016	955.85	2	8	125

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.5.2. PROYECTO 2: Muro de Reacción - Petro Perú - Demolición Controlada

**Tabla 19** Resultados Proyecto Muros de reacción, Refinería Talara Petro Perú.

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M2	Máquinas de Corte utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M2/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2019	147	1	4	45

Fuente: Elaboración propia.

#### Muro de Reacción – Petro Perú

#### Demolición Mecánica o tradicional (Caso Simulado)

Se realizó el análisis de riesgos para el caso simulado, teniendo en cuenta las condiciones del proyecto.

**Tabla 20** Análisis de riesgos Muros de Reacción (Caso Simulado).

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos de Ejecución	- Tramites de ingresos. - Contaminación del mar.	- Realizar los trámites con 1 semana de anticipación. - Regar el área de trabajo
Riesgos Técnicos	- Realizar Incorrectos ACU por falta de información. - Demora aprobación de procedimientos de trabajo	- Realizar cotizaciones con proveedores locales y nacionales. - Gestionar la parte técnica con anterioridad.
Riesgos de Legales	- Incumplimiento de los alcances. - Penalidad por día	- Realizar programación del proyecto. - Cumplir con los rendimientos

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó los resultados con los metrados y rendimientos descritos en el ítem de metodología.

**Tabla 21** Resumen de Resultados Muros de Reacción Petro Perú.

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M3	Retroexcavador con martillo Hidráulico utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M2/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2019	315	1	6	57

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.3. PROYECTO 3: TUNDISH – CAASA Demolición Controlada.

**Tabla 22** Resultados Proyecto TUNDISH, Aceros Arequipa CAASA.

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M2	Máquinas de Corte utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M2/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2022	82	1	4	30

Fuente: Elaboración Propia.

## Tundish – CAASA

### Demolición Mecánica o tradicional (Caso Simulado)

Se realizó el análisis de riesgos para el caso simulado, teniendo en cuenta las condiciones del proyecto.

**Tabla 23** *Análisis de riesgos Tundish CAASA (Caso Simulado).*

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos de Ejecución	- Labores realizadas solo en 6 horas por día. - Trabajos de alto riesgos.	- Acatar las limitaciones, estar atento para el inicio de actividades. - Acatar las restricciones de seguridad.
Riesgos Técnicos	- Realizar Incorrectos ACU por falta de información. - Demora aprobación de procedimientos de trabajo	- Realizar cotizaciones con proveedores locales y nacionales. - Gestionar la parte técnica con anterioridad.
Riesgos de Legales	- Incumplimiento de los alcances. - Penalidad por día	- Realizar programación del proyecto. - Cumplir con los rendimientos

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó los resultados con los metrados y rendimientos descritos en el ítem de metodología.

**Tabla 24** *Resumen de Resultados Proyecto TUNDISH CAASA*

Año de Ejecución	Metrado del proyecto M3	Retroexcavador con martillo Hidráulico utilizadas (UND)	Rendimiento de demolición (M2/D)	Tiempo de Ejecución (días)
2022	105	1	3	39

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Resultados del análisis de seguridad, en cuanto a demolición mecánica o tradicional (casos simulados).

En cuanto a la Seguridad y cuidado del personal, en todos los proyectos realizados se debe de cumplir estándares de gestión de seguridad, para evitar accidentes e incidentes dentro del proyecto, para tal motivo, se realizará la comparativa en cuanto a ventajas sobre la seguridad de cada tipo de demolición controlada y demolición mecánica o tradicional.

**Tabla 25** Comparativo Gestión de Seguridad, Ventajas.

Demolición Controlada	Demolición Mecánica o Tradicional
- Evita riesgos de golpes, contusiones, caída de objetos. - Evita Riesgos ergonómicos, en cuanto a carga de peso en exceso. - Evita riesgos de inhalación de polvo y enfermedades ocupacionales. - Evita riesgos de exceso de sonido con decibeles altos que pueda ocasionar enfermedad ocupacional.	- Desprende partículas de gran tamaño que puede ocasionar golpes o contusiones - Al momento de eliminar en muchos casos lo hacen de forma manual. - Emite mucho polvo, al ambiente. Emite mucho sonido al ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

Todo proyecto, tiene sus respectivos estándares de seguridad que se debe cumplir al pie de la letra, evitando así los riesgos y peligros que pudieran suceder dentro de los proyectos lo cual detalla a continuación.

### Riesgos en obra sobre seguridad.

**Tabla 26** Análisis de riesgos en cuanto a la seguridad.

Tipos de Riesgos	Descripción de Riesgos	Respuesta a los riesgos
Riesgos de Ejecución	- Falta de Señalización, para ambas actividades.	- Señalizar las actividades
	- Demora del llenado correcto los registros. - Área no liberada para el desarrollo de las actividades	- Capacitación previa de llenado de formatos - Liberar con tiempo el área de trabajo
Riesgos Técnicos	- Falta de Aprobación del plan de seguridad de las actividades.	- Mejorar el sistema de gestión de seguridad
	- Falta de difusión del plan de seguridad ante una emergencia.	- Realizar difusiones con anterioridad, formatos

Fuente: Elaboración propia.

## 4.7. Resultados del análisis de los impactos ambientales, en cuanto a demolición mecánica o tradicional (contaminación acústica).

### 4.7.1. Demoliciones Controladas

#### Contaminación Acústica

Las mediciones y resultados mostrados, son datos emitidos por el equipo UNI – T (UNI-TREND TECHNOLOGY) en lo que respecta a sonido SONOMETRO DIGITAL, dando como referencia que se tomó muestras solo en un proyecto.

Se tiene datos históricos del proyecto Puente Derby Lima, lo cual lo realizó una empresa como parte del sustento técnico para la ejecución de dicho proyecto, lo cual será compartido en esta investigación.

### PROYECTO 1. Puente Derby

Según (Sostenible, 2016) Se obtuvo los datos del informe emitido por la empresa CAMS – Consultorías Ambientales y Manejo Sostenible SAC.

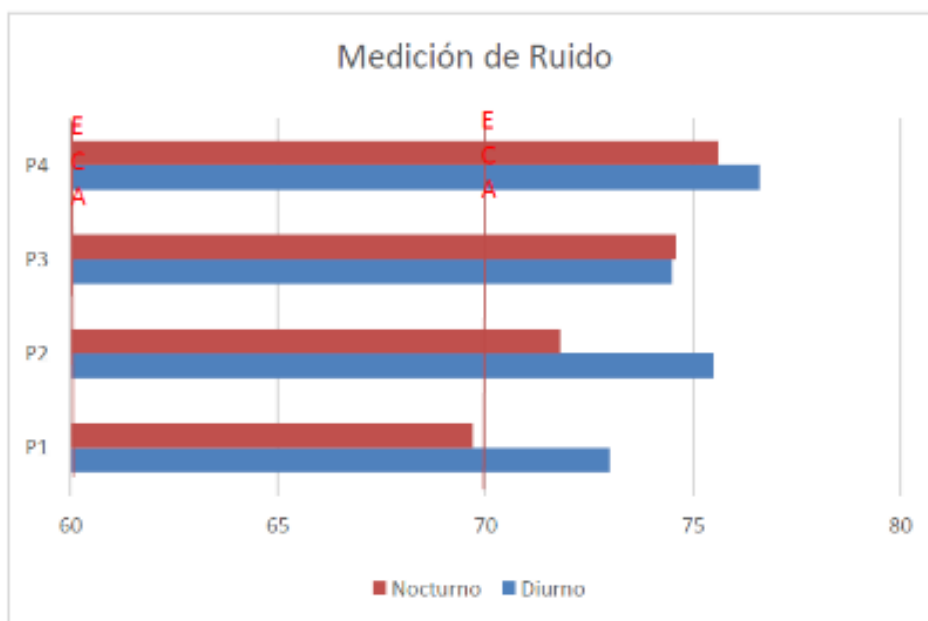
**Tabla 27** Resultados del Monitoreo de niveles de Ruido Ambiental

Estación de muestreo	Descripción	Medición de Ruido Diurno	Medición de Ruido Nocturno
P1	Intersección de la Calle 17 con Calle San Borja norte	73.0	69.7
P2	Zona de vivero colindante con el Puente en dirección oeste – este	73.5	71.8

P3	Vía Auxiliar del Jockey Club dirección sur a norte	74.5	74.6
P4	Intersección calle Cristobal de Peralta norte con Av. El Derby (alt. Colegio Saco Oliveros)	76.6	75.6
	ECA, Ruido Zona Residencia (*)	60	50
	ECA, Ruido - Zona Comercial	70	60
	ECA, Ruido - Zona Industrial	80	70

Fuente: (Sostenible, 2016).

Los resultados mostrados son de puntos de monitoreo para salvaguardar la tranquilidad de la zona donde se realizó dicho proyecto, esto permitió tener un respaldo técnico para no ser paralizados por la autoridad competente.

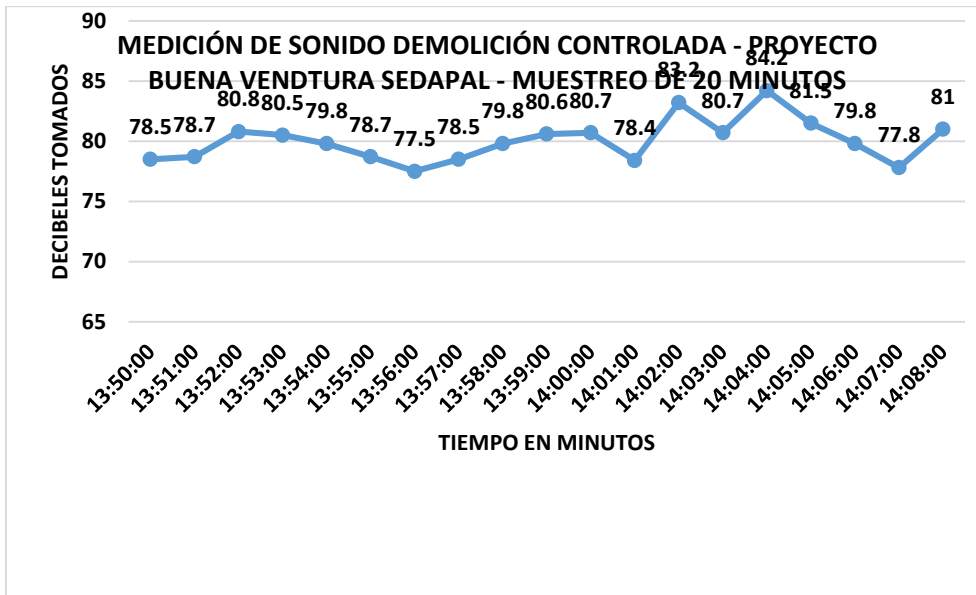


**Figura 9** Medición de ruido Proyecto Derby

Fuente: (Sostenible, 2016)

## PROYECTO 2. Buena Ventura – SEDAPAL

Se tomó datos de los decibelios a través del sonómetro digital tomado en el sitio del proyecto, Lima – Callao, se tiene que tener en cuenta que el sonido estaba combinado con sonidos de transporte por algunos minutos, se dará la siguiente gráfica de los tomados, se tomó 3 horas de medición del sonido, de los cuales solo se tomó 20 minutos como muestra, teniendo en consideración los puntos más elevados de la medición, que a continuación se detalla



**Figura 10** *Medición de ruido Proyecto SEDAPAL*

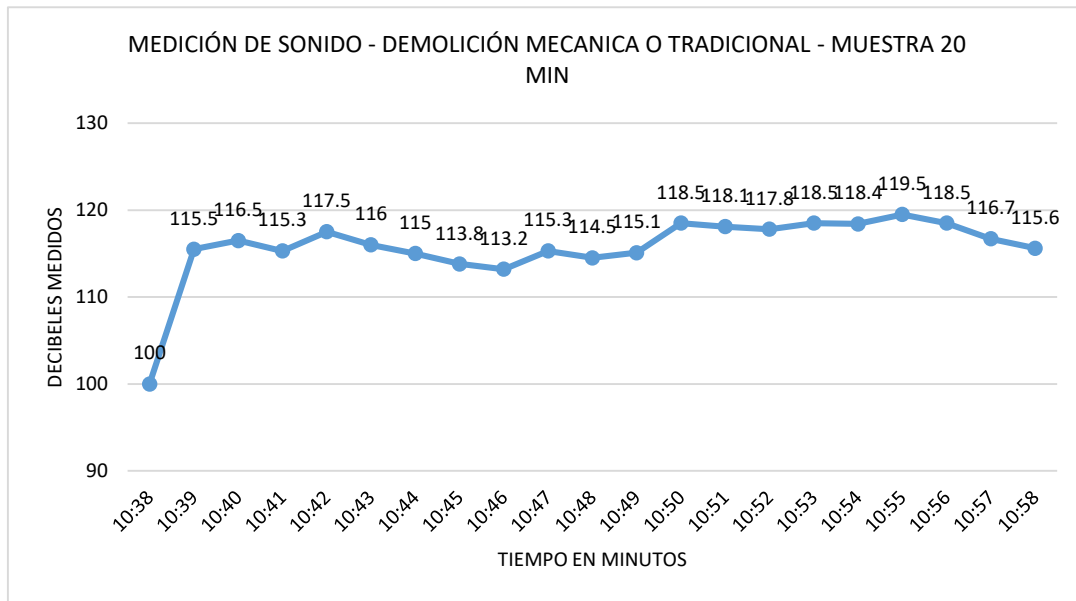
Fuente: Elaboración Propia

Según el Manual de la máquina de corte DS WS15, Hilti, esta tiene emisiones menores a 79 Db, en el grafico se nota decibeles mayores, por debajo de los 90 Db, esto debido a que el transito que se encontraba muy cerca contribuyen a la lectura, pero si se tomará en lugares cerrados, el sonido no se excedería según los parámetros del manual.

#### 4.7.2. Demoliciones Mecánica

##### **PROYECTO 3 Aurora Park.**

La demolición mecánica, se realizó con mecanismos convencionales excavadora y retroexcavadora, se tomó las mediciones en el lugar con el sonómetro digital, el tiempo que se tomó es de 2 horas, lo cual se plasmará en el siguiente gráfico, donde hacemos las comparativas.



**Figura 11** Medición de ruido Proyecto AURORA PARK,

Fuente Elaboración Propia.

Según la Figura 4, los decibeles son de 125 dB, en la gráfica se refleja que en algunos puntos están muy cerca a los 125 dB, llegando a picos de 126.3 dB, cabe resaltar que la muestra se tomó a dos metros de las maquinarias, teniendo el cuidado necesario para evitar ser golpeado por estos equipos.

**4.8. Resultados del análisis de los impactos ambientales, en cuanto a demolición controladas. (contaminación del aire - polución).**

**Contaminación del Aire.**

Según (DUOC, 2014) Se toma como referencia trabajos realizados, en el país de Chile en el año 2016, Duoc UC: Sede Maipu, dicha investigación trabaja enfocado en las actividades de una empresa dedicado al transporte de material de extracción de mina, teniendo como resultados un total de 2.83 mg/m<sup>3</sup>, [29] siento esto un total de 2830 µg/m<sup>3</sup>, siento este un dato extremadamente elevado, para la comparativa se debería aplicar los parámetros de TABLA III, que están basados en el Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, donde máximo el permite para P10 es 100 µg/m<sup>3</sup>, en el informe exigen filtros para polvo, de esta manera evitar las posibles enfermedades ocupacionales.

Las emisiones de polvo en cuanto a las demoliciones convencionales son muy altas y son visibles a la vista humana, en esta investigación solo se hizo la comparativa para poder ver los parámetros que exige la norma en cuanto a calidad de aire, de tal forma la opción que se adapta y cuida de mejor manera al medio ambiente son las demoliciones controladas.

En cuanto a emisión de polvo, las demoliciones controladas, dan mejoras muy evidentes, controlando así las partículas que normalmente se emiten en cuanto a demoliciones convencionales, el hilo de diamante que es parte del equipo de corte, tiene un sistema de enfriamiento con agua, el mismo que controla la emisión de polvo, para tal efecto se muestra en la figura a continuación.

## **5. DISCUSIÓN.**

### **5.1. Procedimiento y tiempo de inicios de actividades.**

El procedimiento de colocación antes del inicio de actividades, se reduce entre 25 a 30 minutos, lo cual optimiza en gran manera la labor a realizar.

### **5.2. Costo**

#### **Proyecto 1**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 10.30% más barato que la demolición mecánica.
- La demolición controlada, se adapta mejor al espacio donde se va a realizar dicha labor, no obstaculiza los medios de transporte. Permite trabajos sobrepuestos, y labores nocturnas.

#### **Proyecto 2**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 23.96% más barato que la demolición mecánica.
- Se optó por la demolición controlada, debido a las restricciones del lugar, y las exigencias ambientales, debidos a que está cerca al mar.

#### **Proyecto 3**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 27.82% más barato que la demolición mecánica.

- Se optó por demolición controlada, debido al tiempo de ejecución brindada por el cliente, 4 horas por día

### **5.3. Tiempo**

#### **Proyecto 1**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 44% más corto en tiempo, comparado con la demolición mecánica.

#### **Proyecto 2**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 22.81% más corte en cuanto a tiempo, que la demolición mecánica.

#### **Proyecto 3**

- La Demolición controlada, tiende hacer un 23.08% más costo en cuanto a tiempo, que la demolición mecánica.

### **5.4. Seguridad.**

En cuanto a la seguridad, las ventajas son evidentes, según **Tabla 25**, el mismo que hace una comparativa de las ventajas y desventajas que presentan ambos métodos estudiados.

### **5.5. Sonido.**

Quedó demostrado que la utilización del método demolición controlada, emite sonido por debajo de los estándares exigidos por las normas ambientales que están vigentes en el país, por tal motivo, se hace de conocimiento que este método es mas fiable y amigable con el medio ambiente.

### **5.6. Polvo o polución**

Las emisiones de polvo en cuanto a las demoliciones convencionales son muy altas y son visibles a la vista humana, en esta investigación solo se hizo la comparativa para poder ver los parámetros que exige la norma en cuanto a calidad de aire, de tal forma la opción que se adapta y cuida de mejor manera al medio ambiente son las demoliciones controladas.

## 6. CONCLUSIONES

En cuanto al costo, basándonos en la referencia de la metodología, sobre la demolición controlada lo teórico es S/. 2210.15 Soles por m<sup>2</sup>, y el promedio histórico Según Tabla IV es S/ 2104.93 soles por m<sup>2</sup>, estos datos varían debido a que todo proyecto conlleva riesgos diferentes y el precio varía según sea las condiciones de desarrollo, En cuanto a la demolición mecánicas o tradicionales, se tuvo como base teórica S/. 573.16 soles por m<sup>3</sup> (Referencia Columnas), según lo calculado realizados se obtuvo S/. 1916.83 soles por m<sup>3</sup>, el costo es elevado debido a que son estructuras diferentes (Vigas, Columnas, Placas) que fueron simulados en cuanto a costo. Por lo tanto se concluye en cuanto al costo de demoliciones controladas están muy cerca con lo teórico y es aceptable, en cuanto a la demolición mecánica, esto tiene una variación muy extensa, debido a las condiciones de trabajo que son en su mayoría en espacios pequeños o con muchas restricciones.

En la comparativa entre demolición controlada y demolición mecánica o tradicional, con lo que respecta al costo, se promedió el porcentaje de los proyectos estudiados, teniendo como resultado que demolición controlada tiene una reducción de costo hasta de un 25.89%, comparado con la demolición mecánica o tradicional, por tal motivo se concluye que la demolición controlada es la mejor opción en cuanto al costo para los casos estudiados

En cuanto a la comparativa del tiempo entre las dos metodologías de demolición, la demolición controlada nos brinda una reducción de tiempo hasta de un 22.94%, comparado con la demolición mecánica o tradicional, este dato es el promedio de los proyectos estudiados y comparados, por tal motivo se concluye que la opción de demolición controlada brinda mejores rendimientos en cuanto a tiempos por las condiciones y accesibilidad del trabajo.

Según la Tabla XXIV y XXV, compara los riesgos y peligros que pueda ocasionar los dos métodos de demolición, por tal motivo se concluye que la demolición controlada brinda mayores ventajas en cuanto a la seguridad y cuidado del medio ambiente, comparado con la demolición mecánica o convencional.

En cuanto a los análisis de la contaminación acústica o medición del sonido, se tiene como dato los resultados del proyecto Derby tomados en el año 2016, lo cual muestra parámetros que se encuentran dentro lo establecido según el Manual de Instrucciones DS WS15, Hilti, Manual, 2015, están por debajo de 79 dB, en cuanto al proyecto Buena Ventura SEDAPAL,

en la Fig. 13, notamos valores mayores a 79 dB, esto debido a que en algunos minutos el tráfico de lima fue insoportable y emitían sonidos de claxon de forma continua, en cuanto a la demolición mecánica o convencional se ve en la Fig. 14 se tiene datos mayores a 125 dB, lo cual ocasiona malestar en los lugares aledaños. Según Tabla I, los decibeles en zona Industriales en el turno diurno son de 80 dB, y en comparado con la demolición controlada, estos datos en los proyectos estudiados, están muy cerca de 79 dB, Por tal motivo se concluye la emisión de sonido del método de demolición controlada es aceptable comparado con la demolición mecánica o convencional, esto brinda mayores facilidades y mejor confort a los trabajadores y personas cercanas a cualquier proyecto de demolición controlada.

En cuando a la emisión de polvo o polución, se reduce de manera considerable de forma indirecta, porque se aprovecha el proceso de enfriamiento del hilo de corte, el cual es por medios hidráulicos, esto brinda mayor soporte al corte y evita la emisión de polvo, motivo por el cual se concluye, de acuerdo a la Fig. 13, el polvo es mínimo, comparado con la Fig. 8, las emisiones de polución es muy notable, queda evidenciado que el método de demolición controlada brinda mejores cuidados para el medio ambiente.

Se hace referencia a las limitaciones de aplicación del método de demolición controlada, este sistema de demolición no es aplicable a demoliciones en masa, llámese demoliciones que no requieren remodelación o ampliación como casas antiguas, estructuras abandonadas, estructuras deficientes o falta de uso o cambio de uso, motivo costo elevado, y tiempo de ejecución elevado.

## REFERENCIAS

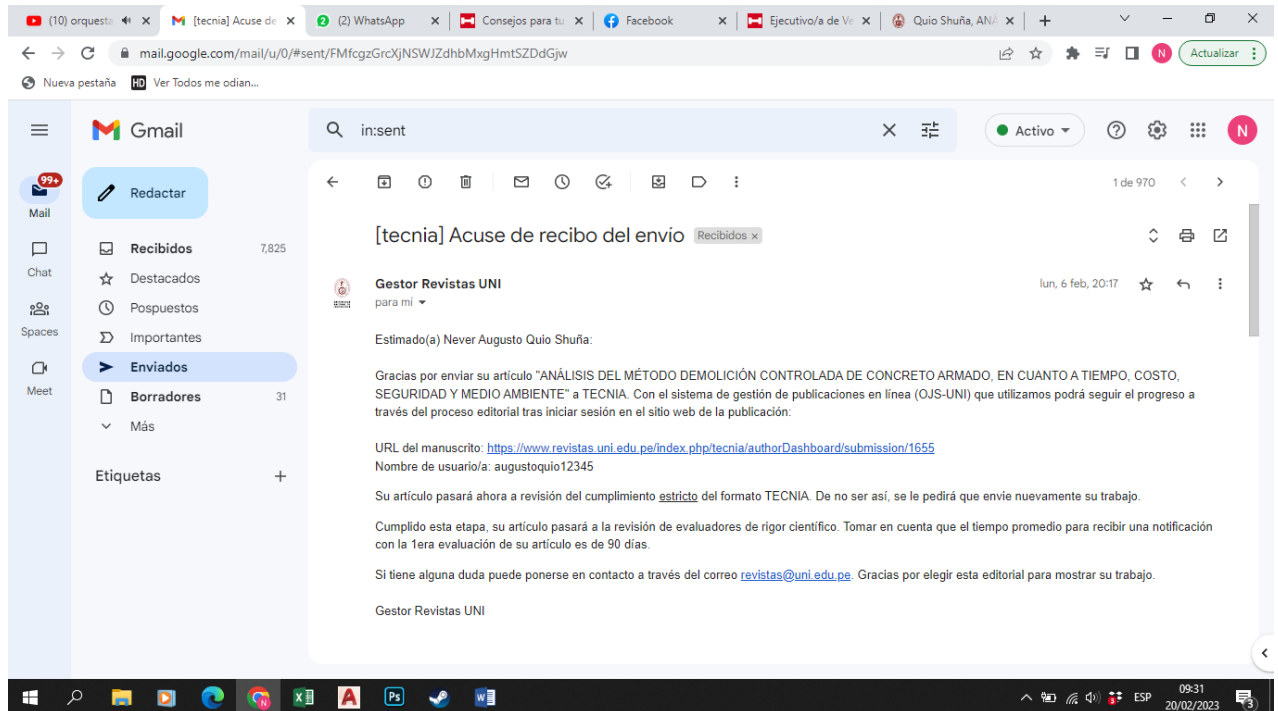
- Aeded. (9 de Julio de 2022). *Aeded Asociación Española de Demolición*. Obtenido de Métodos de Demolición: <https://www.aeded.org/informacion/demolicion/metodos-dedemolicion#:~:text=La%20demolici%C3%B3n%20mec%C3%A1nica%B3n>.
- Aguilar Nuñez, D. &. (2017). *Análisis de eco-eficiencia de la demolición de una vivienda*. Lima: Pontifica Universidad Católica del Perú.
- Ambiente, C. y. (19 de Agosto de 2017). *Construcción y medio Ambiente*. Obtenido de Construcción y medio Ambiente: <https://www.construccionymedioambiente.org/2017/08/como-afecta-la-construccion-al-medio-ambiente/>
- Analisis, P. (Noviembre de 2021). *Analisis de Precios Unitario Available*. Obtenido de Analisis de Precios Unitario Available: <https://www.digammaperu.com › data › analisis>
- Buchtik, L. (2015). *Secretos para domionar la gestión de riesgos en proyectos*. Uruguay: 3era Edición.
- CYPE Ingenieros, C. (7 de Enero de 2010). *CYPE Ingenieros SA*. Obtenido de Generador de Precios: [http://www.peru.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Demoliciones/Estructuras/Concreto/DEH022\\_Corte\\_de\\_losa\\_de\\_concreto\\_armado\\_co\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_0\\_1\\_0.html](http://www.peru.generadordeprecios.info/obra_nueva/Demoliciones/Estructuras/Concreto/DEH022_Corte_de_losa_de_concreto_armado_co_0_0_0_0_0_0_1_0.html).
- Duarte, J. (2004). *Factores Determinantes y criticos en empresas de servicios, para la obtención de ventajas competitivas sostenibles y transferibles a estrategias de globalización: Un análisis de la industria del software*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- DUOC. (2014). *Informe Técnico N°1: Evaluación de exposición ocupacional a polvo Respirable” DUOC UC*. Chile: DUOC UC,.
- ECA. (2017, Jun 7). A. *Aprueban Estándares de calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen disposiciones complementarias, Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM*,. Lima: Diario El Peruano.
- Faidy, J. (2019). *Guía metodológica para el desarrollo técnico de demoliciones en estructuras de concreto mediante sistema mecánico*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Granados Fernández, A. V. (2019). *Aplicación del método de demolición controlada a través del sistema de corte con hilo de diamante en el puente San Borja Norte del intercambio vial El Derby*. Lima: Universidad Peruana d Ciencias Aplicadas.
- HILTI. (2015). *Manual de Instrucciones DSW15 - Manual*. Suiza: Hilti.
- Institute, P. M. (20221). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guia del PMBOK) 7ma Edición*. USA: Project Management Institute LC 2021.

- MEGAZINE, C. (19 de Noviembre de 2018). *El ruido*. Obtenido de Características de la contaminación acústica: <https://www.ceupe.com/blog/el-ruido-caracteristicas-de-lacontaminacion-acustica.html>.
- Meprosa. (11 de Diciembre de 2020). *Meprosa Construcciones*. Obtenido de La importancia de la gestión del tiempo en los proyectos decon: Available: <https://meprosaconstrucciones.mx/la-importancia-de-la-gestion-del-tiempo-en-los-proyectos-dedeconstruccion/#:~:text=El%20prop%C3%B3sito%20de%20la%20gesti%C3%B3n,considerados%20y%20plasmados%20en%20este>.
- MSMM. (2014). *Ordenanza N° 212-2014-MSMM*. Lima - Santa Maria: Diario El Peruano.
- P.M., M. E., & J.O., S. N. (2016). *La gestión de riesgo en el cumplimiento de los objetivos de las obras de una mediana empresa constructora*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Project. (2021). *Fast Tracking vs Crashing Available*. Obtenido de Fast Tracking vs Crashing Available: <https://project2080.com/fast-tracking-vs-crashing/>.
- RNE. (2021, Nov 04). *Reglamento Nacional de Edificaciones, G-050 Seguridad durante la construcción*. Lima: Diario el Peruano.
- Rosales, & Vilchez. (2012). *Propuesta de un plan de seguridad, salud y medio ambiente para una obra de construcción y la estimación del costo de su implementación*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.
- SAC, I. C. (2022). *Base de datos Historico 2019 al 2022*. Lima: Inpro SAC .
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación, Mexico, McGRAWHILL*. Ciudad de México: INTERAMERICANA EDITORES SA.
- Smith. (2002). *Best Value in Construction, chapter 6: Risk Management*. Inglaterra: Blackwell Publishing, Edición 2002.
- Sostenible, C. A. (2016). *Informe de Monitoreo del nivel de Ruido Ambiental Realizado para Química Suiza Industrial– Proyecto IVD Benavides” CAMS SAC*. Lima: CAM SAC.
- YERS, O. 6. (2003). *Contaminación* . Obtenido de Contaminación por partículas y Seguridad Ambiental: <https://es.omega.com/technical-learning/contaminacion-por-particulas-y-seguridad-ambiental.html>

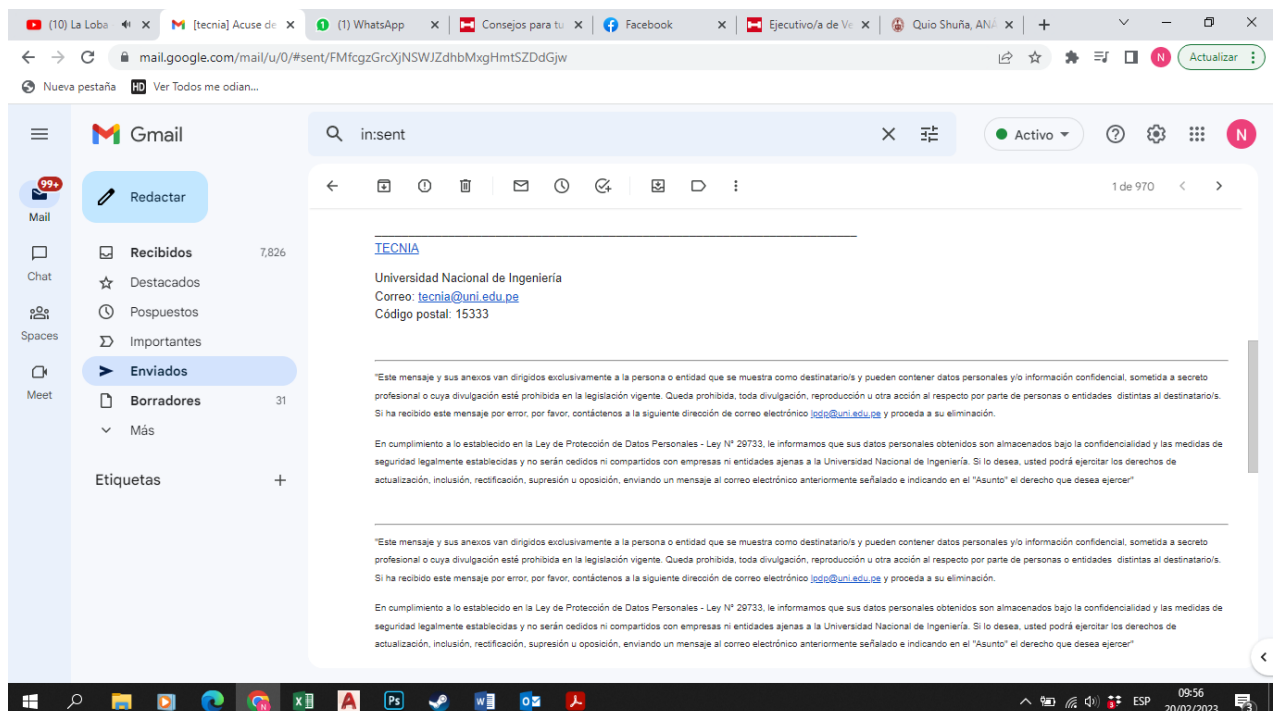
# ANEXOS

## Anexo A Evidencia de sumisión de artículo científico

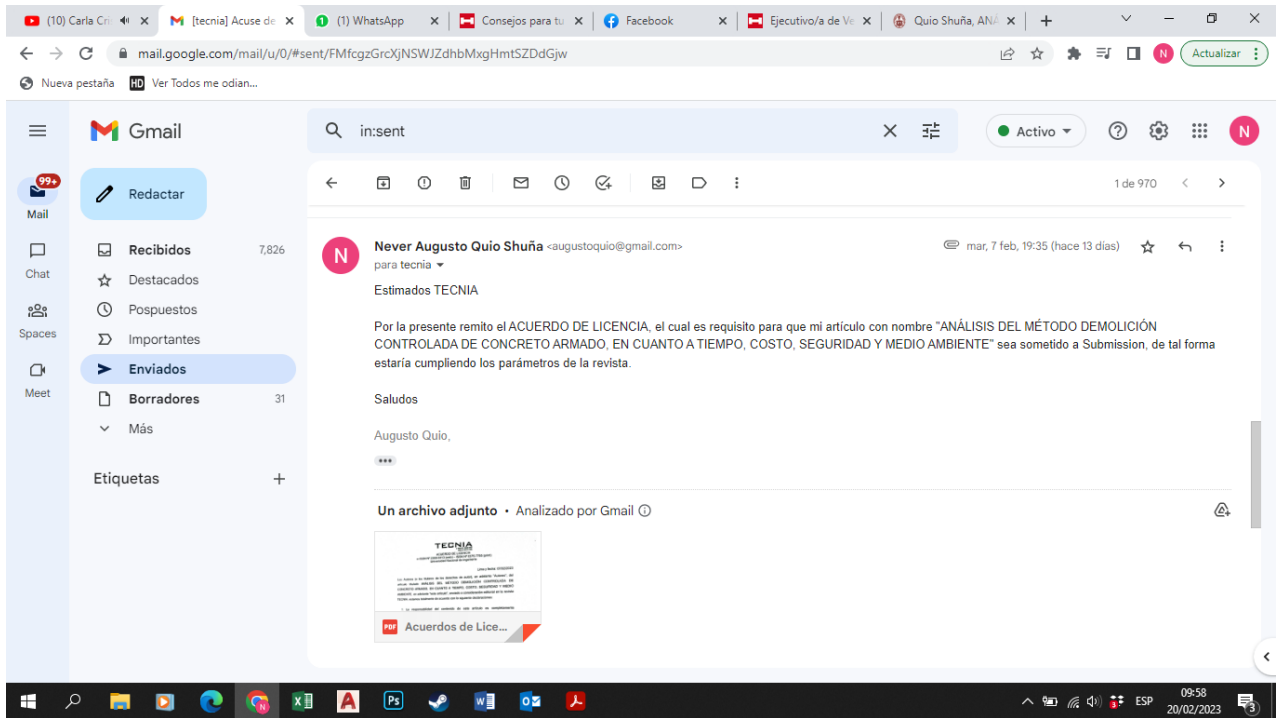
### Correo de recepción de artículo



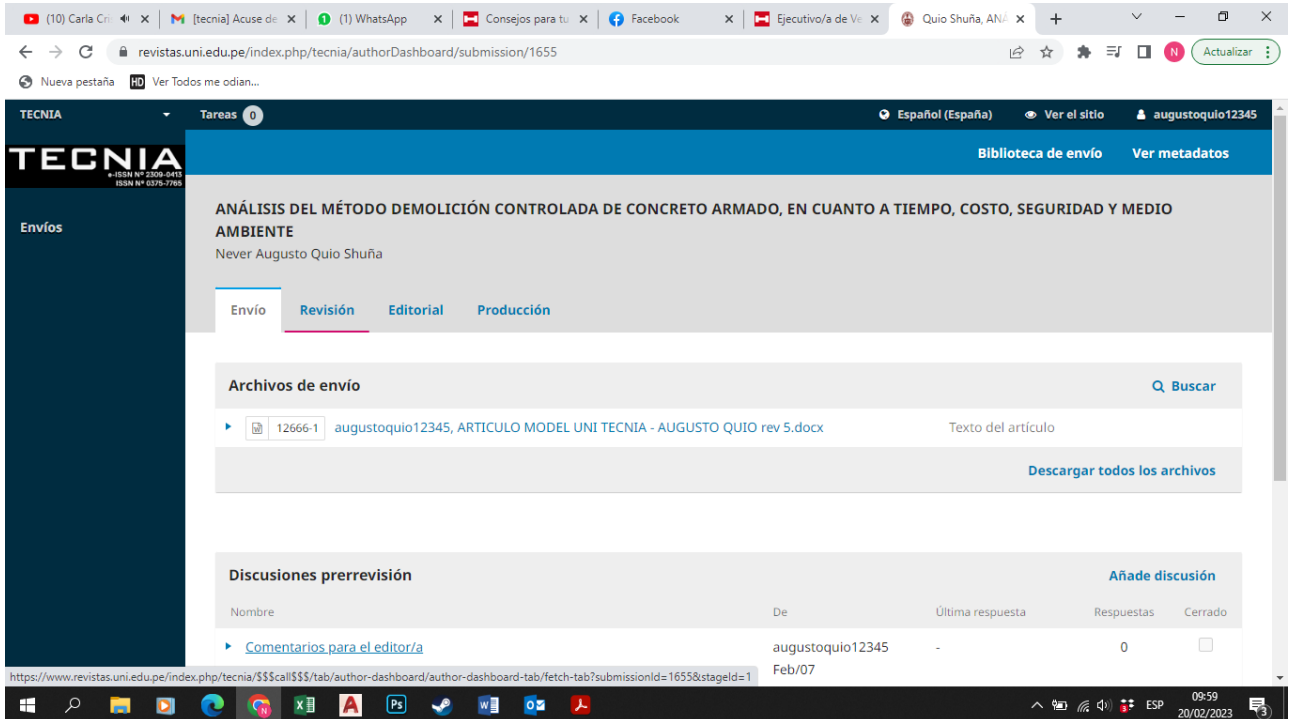
### Continuación del correo



## Evidencia de envío de carta de aceptación de sumisión



## Vista de plataforma de recepción de artículo – TECNIA UNI.



## Vista de plataforma donde el artículo ya pasó a etapa de revisión.

The screenshot shows a web browser window displaying the submission review interface for the journal TECNIA. The browser's address bar shows the URL: `revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/1655`. The page title is "ANÁLISIS DEL MÉTODO DEMOLICIÓN CONTROLADA DE CONCRETO ARMADO, EN CUANTO A TIEMPO, COSTO, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE" by Never Augusto Quio Shuña. The interface includes a navigation menu with "Envíos", "Revisión" (selected), "Editorial", and "Producción". A "Ronda 1" section indicates the "Estado de ronda 1" is "Esperando a los revisores/as.". Below this, a "Revisa las discusiones" section shows a table with columns for "Nombre", "De", "Última respuesta", "Respuestas", and "Cerrado", but it currently displays "No hay artículos". The browser's taskbar at the bottom shows various application icons and the system clock indicating 10:00 on 20/02/2023.