UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ANÁLISIS DE LA HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO DE CHICLAYO EJECUTADOS EN EL AÑO 2019

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTOR
INES ALEJANDRA GARCIA MARTINEZ

ASESOR
JUSTO DAVID PEDRAZA FRANCO
https://orcid.org/0000-0002-1027-2267

Chiclayo, 2021

ANÁLISIS DE LA HUELLA ECOLÓGICA COMO INDICADOR DE SOSTENIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN PARA EL DISTRITO DE CHICLAYO EJECUTADOS EN EL AÑO 2019

PRESENTADA POR:

INES ALEJANDRA GARCIA MARTINEZ

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

Héctor Augusto Gamarra Uceda
PRESIDENTE

Ángel Alberto Lorrén Palomino
SECRETARIO

Justo David Pedraza Franco
VOCAL

Dedicatoria

A mi madre

Por ser mi más grande motivación en este mundo.
Por estar a mi lado en cada paso que doy.
Por llenarme de amor, valores y mucha fuerza para seguir adelante.
Todos mis logros son y serán tuyos.
Agradezco infinitamente a la vida por tenerte a mi lado, te amo mami.

Agradecimientos

A mi asesor

Por su apoyo a lo largo de estos años como docente y como asesor.
Por la dedicación y gran apoyo para la elaboración de esta tesis.
Por compartir sus conocimientos, observaciones y aportes.

A Angie, Oswald, Bélcer y Juan

Por estar a mi lado para aconsejarme, apoyarme y ayudarme cada que lo necesité.

Índice

Introducción. **12**
Marco teórico. **17**
Materiales y metodos. **32**
Resultados **46**
Discusión **98**
Conclusiones **113**
Recomendaciones **116**
Referencias bibliograficas **119**
Anexos. **122**

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Lista de datos para investigación 33
Tabla 2 Factores de equivalencia para el cálculo de la HE 43
Tabla 3 Listado de Maquinaria Urb. El Ingeniero I 46
Tabla 4 HE combustible Urb. El Ingeniero I 47
Tabla 5 Listado de maquinaria eléctrica Urb. El Ingeniero I 47
Tabla 6 HE Electricidad Urb. El Ingeniero I 48
Tabla 7 Cantidad de Agua en expediente técnico Urb. El Ingeniero I 48
Tabla 8 Cantidad de agua para consumo de mano de obra Urb. El Ingeniero I 48
Tabla 9 HE agua Urb. El Ingeniero I 49
Tabla 10 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo 49
Tabla 11 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos 50
Tabla 12 Cálculo de la huella ecológica de pastos 50
Tabla 13 Cálculo de huella ecológica de mar 51
Tabla 14 Cálculo de huella ecológica de tierras de cultivo 51
Tabla 15 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra Urb. El Ingeniero I 52

Tabla 16 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración Urb. El Ingeniero I.....52
Tabla 17 Número total de horas trabajadas Urb. El Ingeniero I.....52
Tabla 18 HE del consumo de alimentos Urb. El Ingeniero I.....53
Tabla 19 Distancia promedio Urb. El Ingeniero I.....53
Tabla 20 Uso de transporte de trabajadores Urb. El Ingeniero I.....54
Tabla 21 Consumo de combustible para el transporte Urb. El Ingeniero I.....54
Tabla 22 HE Transporte Urb. El Ingeniero I.....54
Tabla 23 Incidencia de materiales según peso Urb. El Ingeniero I.....55
Tabla 24 HE Materiales Urb. El Ingeniero I.....55
Tabla 25 Calculo de RSU Urb. El Ingeniero I.....56
Tabla 26 Densidad RCD Urb. El Ingeniero I.....56
Tabla 27 Volumen de RCD Urb. El Ingeniero I.....57
Tabla 28 HE Residuos Urb. El Ingeniero I.....57
Tabla 29 Área Construida Urb. El Ingeniero I.....58
Tabla 30 HE Superficie Construida Urb. El Ingeniero I.....58
Tabla 31 HE Total Urb. El Ingeniero I.....58
Tabla 32 Listado de maquinaria P.J. San Nicolás.....59
Tabla 33 HE Combustible P.J. San Nicolás.....60
Tabla 34 Listado de maquinaria eléctrica P.J. San Nicolás.....60
Tabla 35 HE Electricidad P.J. San Nicolás.....61
Tabla 36 Cantidad de Agua en expediente técnico P.J. San Nicolás.....61
Tabla 37 Cantidad de Agua para consumo de mano de obra P.J. San Nicolás.....61
Tabla 38 HE agua P.J. San Nicolás.....62
Tabla 39 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo.....62
Tabla 40 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos.....63
Tabla 41 Calculo de la Huella Ecológica de pastos.....63
Tabla 42 Cálculo de la Huella Ecológica de mar.....64
Tabla 43 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo.....64
Tabla 44 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra P.J. San Nicolás.....65

Tabla 45 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración P.J. San Nicolás 65
Tabla 46 Número total de horas trabajadas P.J. San Nicolás 65
Tabla 47 HE del consumo de alimentos P.J. San Nicolás 66
Tabla 48 Distancia promedio P.J. San Nicolás 66
Tabla 49 Uso de transporte de trabajadores P.J. San Nicolás 67
Tabla 50 Consumo de combustible para el transporte P.J. San Nicolás 67
Tabla 51 HE Transporte P.J. San Nicolás 67
Tabla 52 Incidencia de materiales según peso P.J. San Nicolás 68
Tabla 53 HE Transporte Urb. El Ingeniero I 68
Tabla 54 Cálculo de RSU P.J. San Nicolás 69
Tabla 55 Densidad RCD P.J. San Nicolás 69
Tabla 56 Volumen de RCD P.J. San Nicolás 70
Tabla 57 HE Residuos P.J. San Nicolás 70
Tabla 58 Área Construida P.J. San Nicolás 71
Tabla 59 HE Superficie Construida P.J. San Nicolás 71
Tabla 60 HE Total P.J. San Nicolás 71
Tabla 61 Listado de Maquinaria UPIS Cruz del Perdón 72
Tabla 62 Cantidad de combustible como insumo UPIS Cruz del Perdón 73
Tabla 63 HE Combustible UPIS Cruz del Perdón 73
Tabla 64 Listado de maquinaria eléctrica UPIS Cruz del Perdón 73
Tabla 65 HE Electricidad UPIS Cruz del Perdón 74
Tabla 66 Cantidad de Agua en expediente técnico UPIS Cruz del Perdón 74
Tabla 67 Cantidad de agua para consumo de mano de obra UPIS Cruz del Perdón 74
Tabla 68 HE agua UPIS Cruz del Perdón 75
Tabla 69 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo 75
Tabla 70 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos 76
Tabla 71 Huella Ecológica de pastos 76
Tabla 72 Cálculo de Huella Ecológica de mar 77
Tabla 73 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo 77
Tabla 74 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra UPIS Cruz del Perdón 78

Tabla 75 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración UPIS Cruz del Perdón 78
Tabla 76 Número total de horas trabajadas UPIS Cruz del Perdón..... 78
Tabla 77 HE Alimentos UPIS Cruz del Perdón 79
Tabla 78 Distancia promedio UPIS Cruz del Perdón 79
Tabla 79 Uso de transporte de trabajadores UPIS Cruz del Perdón 79
Tabla 80 Consumo de combustible para el transporte UPIS Cruz del Perdón 80
Tabla 81 HE Transporte UPIS Cruz del Perdón..... 80
Tabla 82 Incidencia de materiales según peso UPIS Cruz del Perdón 81
Tabla 83 HE Materiales UPIS Cruz del Perdón 81
Tabla 84 Cálculo de RSU UPIS Cruz del Perdón 82
Tabla 85 Volumen RCD UPIS Cruz del Perdón 82
Tabla 86 Volumen RCD UPIS Cruz del Perdón 83
Tabla 87 HE Residuos UPIS Cruz del Perdón 83
Tabla 88 Área Construida UPUS Cruz del Perdón..... 84
Tabla 89 HE Total UPIS Cruz del Perdón..... 84
Tabla 90 Listado de Maquinaria UPIS San Miguel..... 85
Tabla 91 HE Combustible UPIS San Miguel 86
Tabla 92 Listado de Maquinaria eléctrica UPIS San Miguel 86
Tabla 93 HE Electricidad UPIS San Miguel 87
Tabla 94 Cantidad de agua según suministro en expediente técnico UPIS San Miguel 87
Tabla 95 HE agua UPIS San Miguel..... 87
Tabla 96 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo..... 88
Tabla 97 Cálculo de la huella Fósil de Alimentos..... 88
Tabla 98 Cálculo de Huella Ecológica de pastos 89
Tabla 99 Cálculo de Huella Ecológica de mar 89
Tabla 100 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo..... 90
Tabla 101 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra UPIS San Miguel..... 90
Tabla 102 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración UPIS San Miguel..... 91
Tabla 103 Número total de horas de trabajo UPIS San Miguel 91

Tabla 104 HE alimentos UPIS San Miguel 91
Tabla 105 Distancia promedio UPIS San Miguel 92
Tabla 106 Uso de transporte de trabajadores UPIS San Miguel 92
Tabla 107 Consumo de combustible para el transporte UPIS San Miguel 93
Tabla 108 HE Transporte UPIS San Miguel 93
Tabla 109 Incidencia de materiales según peso UPIS San Miguel 94
Tabla 110 HE Materiales UPIS San Miguel 94
Tabla 111 Calculo de RSU UPIS San Miguel 95
Tabla 112 Densidad RCD UPIS San Miguel 95
Tabla 113 Volumen de RCD UPIS San Miguel 96
Tabla 114 HE Residuos UPIS San Miguel 96
Tabla 115 Área Construida UPIS San Miguel 97
Tabla 116 HE Superficie Construida UPIS San Miguel 97
Tabla 117 HE Total UPIS San Miguel 97
Tabla 118 Ratio de HE por área construida 106
Tabla 119 Gráfico de comparación HE de Superficie Construida 106
Tabla 120 Ratio HE por lotes beneficiados 107
Tabla 121 Ratio HE por habitantes beneficiados 108
Tabla 122 Materiales Alternativos para la Construcción 111

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Esquema de desarrollo de investigación 33
Ilustración 2 Estimación porcentual de composición de RCD 40
Ilustración 3 Gráfico de comparación HE Combustible 98
Ilustración 4Gráfico de comparación HE Electricidad 99
Ilustración 5 Gráfico de comparación HE Agua 100
Ilustración 6 Gráfico de comparación HE Alimentos 101
Ilustración 7 Gráfico de comparación HE Transporte 102
Ilustración 8 Gráfico de comparación HE Materiales 103

Ilustración 9 Gráfico de comparación HE Residuos 104
Ilustración 10 Gráfico de comparación HE Superficie Construida 105
Ilustración 11 Gráfico de comparación HE por Lotes Beneficiarios..... 107
Ilustración 12 Gráfico de comparación HE por habitantes beneficiados 108
Ilustración 13 Composición Promedio de HE para obras de Agua Potable y Saneamiento 109

Lista de anexos

ANEXO N° 1 DECLARACIÓN JURADA 122
ANEXO N° 2 VISTAS SATELITALES 123
ANEXO N° 3 ESQUEMAS 125
ANEXO N° 4 LISTADO DE INSUMOS A ANALIZAR 133
ANEXO N° 5 CALCULO DE PRODUCTIVIDAD ENERGETICA DE LA GASOLINA 142
ANEXO N° 6 PRODUCTIVIDAD ENERGETICA DEL AGUA 143
ANEXO N° 7 TABLA DE EMISONES DE CO2 SEGUN FAMILIAS DE MATERIALES 144
ANEXO N° 8 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A URB. EL INGENIERO I.. 150
ANEXO N° 9 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A P.J. SAN NICOLÁS 152
ANEXO N° 10 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A UPIS CRUZ DEL PERDÓN 154
ANEXO N° 11 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A UPIS SAN MIGUEL 156
ANEXO N° 12 DENSIDAD DE RCD PARA OBRAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO 158

Resumen

El estudio de la huella ecológica es una metodología que mide la demanda de las todas actividades humanas sobre la capacidad de regeneración que tiene el planeta donde habitamos, y que nace a raíz de la creciente sobreexplotación de recursos mundialmente. Hoy en día el sector construcción es uno de los más grandes consumidores de recursos naturales. por tal motivo se considera adecuado implementar esta metodología a los proyectos de ingeniería civil. Para la presente investigación se analizará la sostenibilidad de los proyectos de agua potable y alcantarillado realizados en el año 2019 en el distrito de Chiclayo. Aplicando los procedimientos propuestos por la metodología de Solís Guzmán, que está basada en la teoría de Domenech, se analizará la huella ecológica para los consumos directos como son el combustible y el agua, consumos indirectos como los materiales y la mano de obra, residuos y superficie consumida de cada proyecto, a fin de calcular la huella total emitida por los proyectos de esta rama durante el año 2019.

Palabras clave: huella ecológica, agua potable, alcantarillado, sostenibilidad.

Abstract

The study of the ecological footprint is a methodology that measures the demand of every human activity on the planet's capacity of regeneration, which is born as a result of the growing overexploitation of resources worldwide. Currently, the construction sector is one of the main consumers of natural resources. For this reason, it is considered to be appropriate to implement this methodology in civil engineering projects. In this research, the sustainability of the drinking water and sewerage projects carried out in 2019 in the Chiclayo district will be analyzed. Applying the procedures proposed by the Solís Guzmán methodology, which was based on Domenech's theory, the ecological footprint for direct consumption like fuel and water consumption, indirect consumption like materials and food and transportation of workers, waste and consumed area of each project will be analyzed, in order to calculate the total footprint emitted by the projects of this branch during the year 2019.

Keywords: ecological footprint, drinking water, sewerage, sustainability.

I. Introducción

La Huella Ecológica es un indicador de sostenibilidad que contabiliza la cantidad superficie de tierra y mar que consume una persona para poder satisfacer sus necesidades con respecto a la capacidad regenerativa del planeta y sus recursos. Se encarga de evaluar cualquier actividad humana determinando si esta juega a favor o en contra de la biocapacidad del recurso. Con esta es posible determinar la calidad ecológica de cada acción tanto para personas individuales como para acciones realizadas por empresas, ciudades, países, continentes o el planeta en general, todo esto desde la principal pregunta ¿Cuánto estamos afectando a la naturaleza y su capacidad regenerativa?

Con la contabilidad proporcionada por el cálculo de la Huella Ecológica, podemos conseguir un enfoque más objetivo de las acciones realizadas, con la intención de evitar situaciones donde por ejemplo la tala de árboles a mayor velocidad de la que pueden volver a crecer o gastando más agua de la que la naturaleza nos ofrece; en pocas palabras pidiendo prestado más de lo que podemos devolver. Pero las deudas se acumulan, y en algún momento todo esto va a llegar a su fin, tal como lo hemos podido ver con la más reciente crisis económica global. [1]

El sector construcción, como parte de las actividades humanas, es bien reconocido por ser una clara evidencia del desarrollo humano, así como económico e industrial, sin embargo, actualmente se reconoce como uno de los contribuyentes más representativos de los problemas ambientales a nivel mundial debido al gran impacto que provoca por su consumo tanto de recursos naturales y de energía, además de su emisión de gases y los residuos que genera. Las construcciones civiles son responsables de más del 40% de los recursos naturales, el 30% del consumo de energía y el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero; y también de una parte significativa del consumo de madera y de agua en el mundo [2]. Es por este motivo que se vio necesario introducir el concepto de Huella Ecológica dentro del sector construcción con la finalidad de obtener la cuantificación del daño que causa sobre los recursos.

Como respuesta a esta problemática, en algunos países se ha adoptado medidas y sistemas sostenibles, los cuales hacen uso de nuevas tecnologías que tienen objetivo el menor consumo de recursos posible. Como es el caso de Ámsterdam que ha implementado una estrategia post coronavirus para impulsar la economía, a este se le denomina Modelo Donut y ha sido planteado por la economista Kate Raworth, y posee una íntima relación con la economía circular. Este modelo define los límites del planeta a través de un gráfico que consiste en dos círculos concéntricos, el circulo interior define todas las necesidades básicas del ser humano como son la comida, higiene, salud, energía eléctrica, educación, entre otras; mientras que el circulo exterior define aquellas acciones que no pueden ser traspasadas sin destruir de alguna forma el planeta. Es así como entre ambos círculos se forma una franja que representaría las acciones confort, es decir aquellas donde los seres humanos y la naturaleza coexisten de forma equilibrada. Con la definición de este modelo, es que se plantea un cambio de vida radical a nivel de sociedad, en el que se establece como principal objetivo promover aquellas acciones que estén dentro de la franja de actividades confort y erradicar aquellas que estén fuera del circulo exterior, es decir, aquellas que destruyen el planeta.

Según el reporte del Atlas 2010 de Huella Ecológica, Global Footprint Network, mundialmente estamos consumiendo más recursos de los que el planeta es capaz de darlos, es decir estamos generando un gasto que supera su biocapacidad, el aporte de HE per cápita es de 2.70 hag, mientras que la biocapacidad es de 1,78 hag por persona, es decir estamos excediendo en un 52% la capacidad de regeneración que posee la tierra y sus recursos. Dentro de este informe el Perú aparenta contar con un superávit de recursos en comparación con los recursos requeridos por el habitante siendo su HE de 1.54 hag por persona, y la biocapacidad de 3.86 hag por persona, mientras que en el departamento de Lambayeque registra una HE de 1.212 hag por persona. [3]

Sin embargo, para un país como Perú, aun tras los intentos por parte gobierno, del sector privado, y de la población, aún no se incorpora una visión enfocada del desarrollo sostenible tanto para los procesos constructivos como para la disposición final de los residuos generados, debido principalmente a la falta de difusión de estos además de tratarse de sistemas con un costo mayor a las practicas convencionales. En el 2015 se ha publicado

como aporte inicial el Código Técnico de Construcción Sostenible con un principal enfoque en Eficiencia Hídrica y Eficiencia Energética, así como nuevos términos para el diseño arquitectónico, además del NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action), propuesto por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, cuya finalidad es diseñar y establecer una estrategia para mejorar zonas urbanas haciendo uso de las practicas sostenibles para la construcción.

En la actualidad el departamento de Lambayeque se encuentra dentro de un programa de inversión de mejoramiento para estos servicios proyectado desde el año 2018 hasta el 2023 en el cual se estima la para el año 5 una población de 603 406 habitantes en el distrito de Chiclayo, donde se estima que la cobertura de agua potable será para 425 703 pobladores y 104 151 conexiones; y de alcantarillado 394 472 pobladores abastecidos con 98 500 conexiones. Este programa de inversiones de EPSEL S.A. para estos 5 años cuenta con S/. 81 479 380 de los cuales 57.5% de ellos están destinados para la ampliación de cobertura del servicio de agua potable y el 42.5% restante será para el servicio de alcantarillado. Dicho programa está divido entre obras de ampliación, institucionales, reposición y renovación para ambos servicios. [4]

Este proyecto nace a raíz de los daños causados en el año 2017 por el Fenómeno del Niño Costero, que dejó daños en las instalaciones de agua potable y alcantarillado no solo para Chiclayo sino todo el departamento de Lambayeque. Con este programa se ha impulsado en los últimos años un incremento de obras de saneamiento lo cual representa un gran desarrollo para Chiclayo como ciudad, sin embargo, surgen dudas acerca de la sostenibilidad de este programa de inversión, así como la huella ecológica debido al notable aumento de obras de agua potable y alcantarillado en el distrito.

Se considera importante la evaluación de cada aspecto que abarca la presente investigación. Desde el punto de vista económico, se pretende fomentar una economía sostenible. Para esta investigación se busca conocer el consumo de los proyectos de agua potable y alcantarillado de tal forma que, al conocer este valor, se empiece a tomar conciencia sobre ello. Entonces a medida que este indicador establece el consumo de los recursos, permite identificar las demandas en la productividad, lo cual permite la introducción de nuevas alternativas de solución. Al conocer la huella ecológica de los proyectos de agua y alcantarillado de los proyectos realizados en Chiclayo durante 2019, los futuros proyectistas serán capaces de

tomar decisiones acerca de las partidas desde un enfoque distinto buscando que los proyectos aporten con el desarrollo sostenible del distrito. La trascendencia de este estudio es darle la debida importancia al costo ambiental y normalizar el cálculo de la huella ecológica de cada obra como parte del expediente para garantizar la ejecución de obras sostenibles.

Esta investigación está dirigida a los proyectos de la construcción de redes de agua potable y alcantarillado, sin embargo, el cálculo de la huella ecológica cumple la misma función para todos los tipos de proyectos de ingeniería civil, por tanto, la intención de este proyecto es aplicable para cada uno de ellos.

Como consecuencia a esto, se evitarán daños mayores a la biocapacidad del planeta y de manera mucho más directa a los recursos que nos ofrece nuestro territorio nacional.

Desde el punto de vista social, la inclusión de un indicador de sostenibilidad en este caso huella ecológica dentro del sector construcción servirá para brindar la información necesaria y precisa sobre el consumo de recursos, tema que, a pesar de ser de suma importancia, se ha ignorado durante muchos años. El conocimiento de esta información servirá para brindar la atención necesaria que desde hace muchos años debió recibir. Al contabilizar la huella ecológica a partiendo del presupuesto y el análisis de costos unitarios, este formará parte del expediente técnico de una obra dándole un aporte ambiental significativo debido, lo que permitirá obtener como resultado obras más amigables con el medio ambiente desde su etapa de planeación, fomentando un mejor uso de los recursos y la conciencia necesaria para no comprometer más la biocapacidad del planeta.

Desde el punto de vista tecnológico esta investigación servirá para conocer la sostenibilidad de los procesos usados en la actualidad para la realización de proyectos de agua potable y alcantarillado y podrá servir una mejor toma de decisiones en las practicas a utilizar en los próximos proyectos de instalación de redes de agua potable y alcantarillado, lo que se traducirá en un aporte para el desarrollo de manera sostenible del distrito.

Se revisan todas las teorías relacionadas a la huella ecológica en la construcción y se hace un análisis minucioso del presupuesto de obra para identificar las partidas más importantes sus los principales componentes que participaran para el análisis de la huella para los proyectos de agua potable y alcantarillado.

Habiendo hecho todo el análisis ya mencionado, surge la pregunta que impulsa a esta investigación ¿Fueron realizados de manera sostenible los proyectos de agua potable y

alcantarillado ejecutados durante el año 2019 ubicados en el distrito de Chiclayo? Donde nace la hipótesis de Los proyectos de agua potable y alcantarillado realizados en el año 2019 en el distrito de Chiclayo fueron realizados de manera sostenible, usando como indicador la huella ecológica.

Por tanto, se planteó como objetivo principal aplicar una metodología para el cálculo de la Huella Ecológica de las partidas presentes en el expediente técnico de proyectos de agua potable y alcantarillado ejecutados durante el año 2019 en el distrito de Chiclayo. Del cual se consideran los siguientes objetivos específicos:

Aplicar una metodología para el cálculo de la Huella Ecológica de las partidas presentes en el expediente técnico de proyectos de agua potable y alcantarillado ejecutados durante el año 2019 en el distrito de Chiclayo.

Identificar según los precios unitarios incluidos en el expediente técnico los materiales, mano de obra y maquinaria a fin de extraer los datos necesarios para el cálculo de la huella ecológica para consumo directo e indirecto, residuos en obra y superficie consumida.

Calcular la huella ecológica del consumo de combustibles, consumo de electricidad, consumo de agua, materiales de construcción, alimentos y transporte de la mano de obra, residuos y superficie consumida para las partidas contempladas en el expediente técnico de la ejecución de los proyectos.

Calcular la huella ecológica total emitida por las partidas contempladas en el expediente técnico de las obras de agua potable y alcantarillado en Chiclayo durante el año 2019.

Evaluar la sostenibilidad de cada proyecto y las practicas ejecutadas según las partidas presentes en el expediente técnico de cada obra usando como indicador el valor obtenido de su huella ecológica.

Recomendar alternativas para disminuir la huella ecología para las partidas contempladas en el expediente técnico en los proyectos de agua potable y alcantarillado en el distrito de Chiclayo.

II. Marco teórico

2.1.Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- **A. Córdova. "El Saneamiento seco como estrategia para reducir la huella hídrica de las ciudades", en *Asignación, productividad y manejo de recursos hídricos en cuencas,* 1era edición. México: IWMI, COLOMBO, 2000, 155-171**.

La autora expone los aspectos positivos y limitantes del saneamiento seco, el cual implica sanitarios que no requieren agua, tratamiento de aguas residuales en su mismo lugar de generación y la producción de abono seguro con posible aplicación en cultivos agrícolas. Esta modalidad es una de las soluciones que actualmente existen para reducir huella hídrica en las ciudades además ayudar a los sectores urbanos y agrícolas generando una colaboración entre ellos.

- **D. Matteucci, Silvia. 2003. La huella Ecológica de la Construcción. Investigación de CONICET-GEPAMA, FADU, UBA**

Matteucci resalta en este documento, la importancia de la huella ecológica como una herramienta de planificación para las construcciones, debido a la gran contribución que puede ofrecer en cuanto al ahorro de recursos. Así mismo resalta su funcionalidad para hacer tomar conciencia acerca de la importancia de la sostenibilidad en los proyectos de construcción mediante reconocimiento de los insumos necesarios (cantidad y ciclo de vida), cantidad de mano de obra, uso de combustibles, entre otros.

- **E. Hernández, F. López. "Cambio Temporal en la Huella Ecológica de la Región de Murcia y su Uso como Indicador de Desertificación". Papeles de Geografía, Vol. 1, No. 40, pp. 95-110, Setiembre 2004**

Se hizo un cálculo comparativo de la huella ecológica de la región de Murcia de los años 1995 y 2001. Para llegar a estos valores se cuantificó la huella agrícola, ganadera, huella debido al consumo de alimentos marinos, huella forestal, energía incorporada en los bienes,

la superficie de tierra necesaria para producir energía, superficie construida, huella ecológica del agua consumida. Como resultado se halló un déficit ecológico de 1.4 hg para 1995 y 1.5 hg para 2001, donde se determina que la región de Murcia y sus habitantes no poseen un estilo de vida sostenible que está poco a poco provocando la desertificación del territorio.

- **Garrían Cordero, Daniel. 2006. La huella ecológica del transporte en las carreteras españolas. Comunicación Técnica. Congreso Nacional del Medio Ambiente CONAMA 9. Grupo de Ingeniería del Diseño Universitat Jaume I (UJI), Castellón.**

En esta publicación, se determinó la huella ecológica del uso de vehículos en las carreteras de España haciendo uso de las metodologías del cálculo por consumo de combustible, emisiones de CO2 y ocupación de carreteras. Se obtuvo como resultado 20 millones de hectáreas, es decir 73% de flora de España y aproximadamente 40% del área total del país.

- **Bellart Crevillen, Meritxell y Mesa Marcos, Sara. 2009. Impacto Ambiental y Ciclo de Vida de los Materiales de Construcción. Proyecto Final de carrera. Universidad politécnica de Cataluña**

Para esta investigación, los autores cuantifican el impacto de algunos de los más importantes materiales de construcción como son la cerámica, barras corrugadas, perfiles laminados, acero galvanizado, mortero y concreto armado; a través del análisis del ciclo de vida de cada uno.

- **A. Hernández, I. Velásquez, C. Verdaguer, "Eco barrios para ciudades mejores". Ciudad y territorio estudios territoriales, Vol. 41, No 161-162, pp.543-558, 2009.**

En este artículo se plantea la alternativa de los eco barrios como una alternativa con una visión tecno-ecológica para los futuros barrios ubicados dentro de ciudades. Entre los principios que destacan esta propuesta se encuentran: ahorro de energía, agua y materiales, mejoramiento del entorno ambiental y la incorporación de la vegetación como regulador bioclimático. En cuanto la construcción se propone la simplificación de esta mediante el uso

de materiales prefabricados que eviten la producción de desechos y contaminación in situ, generando un ahorro de recursos, mano de obra, entre otros.

- **J Solís-Guzmán, "Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza" Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, 2010.**

Para esta investigación Solís-Guzmán [1], plantea una metodología para la cuantificación de la huella ecológica para un proyecto completo del sector edificación para el uso residencial, dicha metodología aplica los conocimientos de Wackernagel para los consumos que se presentan en la ejecución de la obra. Como principal conclusión se halló que la para cada m2 del proyecto de construcción analizado, se requieren 3.6m2 de área para la regeneración de recursos.

- **Fernández Sánchez, Gonzalo. 2010. Propuesta de modelo para la evaluación de la sostenibilidad en la dirección integrada de proyectos de Ingeniería Civil. Tesis Doctoral. Madrid.**

En esta tesis doctoral, Fernández plantea una metodología que identifica y prioriza la selección de los indicadores y variables más relevantes para una construcción sostenible, aplicándolos desde el planeamiento y diseño de un proyecto haciendo uso de los criterios sostenibles. Esta metodología fue aplicada en un caso práctico para una autovía Medinaceli-Soria en España con miras a futuras aplicaciones en otros tipos de proyectos de ingeniería civil.

- **J. Solís-Guzmán. "Metodología para determinar la huella ecológica de la construcción de edificios de uso residencial en España" en *Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes,* Sevilla, 2013, pp. 369-393.**

Para esta publicación Solís-Guzmán [2] aplica la metodología del cálculo de huella ecológica para un proyecto de construcción de bloques de edificios multifamiliares, las principales fuentes de impacto fueron identificadas por medio de la base de costes de construcción de Andalucía. Se determinó la HE relacionada a los consumos de energía, agua, alimentos, transporte, materiales de construcción, residuos y superficie construida. Como resultados las

huellas más significantes para este proyecto fueron las de materiales de construcción y uso de combustibles para maquinaria electricidad y alimentos.

- **P. González-Vallejo, J Solís-Guzmán, R. Llácer, y M. Marrero. "La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica" Informes de la Construcción, Vol. 67, No. 539, pp 1-13, Julio – Setiembre, 2015.**

Para este documento [3] se realizaron estudios estadísticos sobre las características que presentan las casas construidas en España desde 2007 hasta 2010, mostrando las características para edificios multifamiliares y presenta soluciones. Así mismo se halló el impacto por medio del cálculo de huella ecológica encontrando que las viviendas unifamiliares indica una huella ecológica de un 45% más que las viviendas multifamiliares. Además, se realizó el análisis de la HE por partidas teniendo como más relevantes las de estructuras, albañilería y revestimientos. Como resultados finales las cimentaciones aportan el 85% del total de los recursos y la edificación con mayor HE son las viviendas unifamiliares de 2 pisos.

- **A. Freire y M. Marrero. "Evaluación a través del presupuesto de la energía incorporada al proyecto de edificación" *Revista Hábitat Sustentable*, Vol. 5, No. 1, pp. 54-63, junio 2015.**

Este artículo [4] presenta la determinación del consumo energético de cada material utilizado en la construcción, así como el gasto energético de mano de obra, la maquinaria y de los gastos indirectos. Se analizó un proyecto para la rehabilitación de una zona con partidas como: muros, cubierta demolida, forjado y cubierta construida. Se identificó los elementos que aportan consumo energético el MJ como unidad de medida para el cálculo de emisiones de CO2.

- **A. Freire, M. Marrero, y J. Muñoz. "Incorporación de Huella de Carbono y Huella Ecológica en las Bases de Costes de Construcción. Estudio de caso de un proyecto de Urbanización en Écija, España." *Revista Hábitat Sustentable*, Vol. 6, No. 1, pp. 06-17, mayo 2016.**

En este estudio [5] de realiza el cálculo de Huella Ecológica y Huella de carbono para todas las actividades dentro de un proyecto de Urbanización del Sector Industrial presentando un consumo de 321,14 hag/ha, encontrando que su mayor aporte es en el empleo de maquinarias (66%) y el uso de materiales (33%), que corresponden a la huella de carbono.

- **C. Rivero, C. Muñoz, y M. Marrero, "Cálculo de la Huella Ecológica en el ciclo de vida para la fase de urbanización de un conjunto habitacional en Chile, bajo el modelo ARDITEC." en Segundo Congreso de Investigación Interdisciplinaria en Arquitectura, Diseño, Ciudad y Territorio 2016, pp. 86-103**

En esta publicación [6]se aplicó el método ARDITEC usado en España que tiene como base la clasificación BBCA, a una obra de un conjunto residencial ubicado en Temucho, Chile. En primera instancia se adaptó el presupuesto a la BBCA para poder hallar la HE del proyecto por la metodología ya conocida. Como resultados en Chile el modelo de ciudad es dispersa a comparación de Europa, por tal tenemos una mayor HE; teniendo como resultados en Chile 4.26hag/vivienda y España 2.26 hag/vivienda.

- **A. Freire. "Presupuesto ambiental. Evaluación de la huella ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía" Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España, 2017**

La presente tesis [7]plantea una serie de procedimientos de permiten cuantificar la huella ecológica de todos los elementos presentes durante el ciclo de vida de un edifico usando la base de costes de construcción, primero se realizó una selección de los elementos que permitieron la incorporación de la huella ecológica, se aplicó el cálculo de HE para los elementos seleccionados y se integró a los aspectos económicos para crear un banco de costes ambientales. El caso de estudio fue el proyecto de una edificación multifamiliar, y el análisis de sensibilidad fue con 4 proyectos: industrial grande, industrial pequeño, residencial grande y residencial pequeño.

- **M. Calderón, Y. Pestana, "Green Marketing, tendencias y su aplicación en proyectos", Trabajo de grado tipo artículo, Dpto. Administración de Negocios Internacionales, Universidad del Rosario, Colombia, 2019.**

En este artículo se resalta la importancia de estrategias en los proyectos y la necesidad de cambio para que estas decisiones tomen un enfoque ambiental, que es en lo que se encuentra direccionado el Green marketing. Se resalta entonces los Green buildings los cuales fueron construidos bajo este enfoque y las tendencias y estrategias existentes en el mercado colombiano.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

- **WWF. "Construyendo un futuro sostenible para el Perú" WWF Perú https://www.wwf.org.pe/?214872/construyendounfuturosostenibleparaelperu (01 octubre de 2020)**

Se trata del Plan Estratégico de Conservación 2013-2017 de la WWF Perú, que nace como respuesta a la creciente demanda de recursos naturales en el país. Tiene por finalidad de conversar la biodiversidad y biocapacidad del país. Este programa se dividió en 3 partes según su geografía: Amazónico, Agua Dulce y Marino; cada cual con metas específicas de su entorno.

- **S. Cerna, G. Paredes, G. Ramírez, E. Carlos. 2015. Plan Estratégico con economía circular para el Sector Inmobiliario de Lima Metropolitana. Tesis Magister. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.**

Los autores para esta investigación plantean un plan que busca promover conciencia social y ecológica en las empresas inmobiliarias haciendo uso de la economía circular principalmente para la gestión de los residuos de construcción generados por estas empresas, principalmente residuos no peligrosos los cuales representan el 85% del total de los residuos generados.

- **COSUDE. "Reducir la huella ambiental del sector de la construcción". La cooperación Suiza en Perú y Los Andes. https://www.cooperacionsuiza.pe/27-de-setiembre-de-2016-2/ (Acceso: 02 de octubre de 2020)**

El 21 de setiembre del 2016 se realizó la reunión con miembros de la Alianza Global para las Edificaciones y la construcción para abordar temas como la necesidad de disminuir las emisiones en el sector construcción con el fin de controlar la temperatura global y la

construcción de ciudades resistentes al cambio climático. Esta reunión formó parte del Seminario Internacional Construcción Segura y Sostenible, se identificación oportunidades para proyectos con la ayuda de ABC GLOBAL y asociados para apoyar con la reducción del cambio climático y mayor sostenibilidad en los proyectos.

- **W. Bulege. "Biocapacidad y Huella Ecológica en el contexto del cambio climático de la ciudad de Huancayo al 2016" Tesis Postgrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, 2016.**

En esta publicación [8] Bulege como principal objetivo, la huella ecológica personal emitida por los pobladores de Huancayo durante el año 2016 así como la biocapacidad del territorio tomando en cuenta el cambio climático reciente, para terminar la relación entre ellas y así mismo la relación con la temperatura mínima del departamento de Junín. Como resultados se obtuvo que la media de la HE es de 1.067hag con un valor mínimo de 0.1hag y máximo de 3.5hag; mientas la biocapacidad de Junín fue el que se encuentra plasmado en el global footprint network 1.167 hag. En cuanto la relación de la HE y temperatura en el departamento, de muestra un incremento de temperatura superficial mínima durante los últimos 30 años.

- **J. Patazca. "Relación entre la Huella Ecológica Eléctrica y la Biocapacidad de áreas verdes de la Ciudad de Chiclayo, Enero – Julio de 2017" Tesis Postgrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, 2017.**

Para este estudio, Patazca [9] determina la dosis de CO2 emitido por el consumo eléctrico en Chiclayo, la biocapacidad de sus áreas forestales y la relación entre estas. Siento la cantidad de CO2 de entre 113.93 hasta 115.26 toneladas, y la biocapacidad de sus áreas verdes de 481.3593 toneladas de CO2, mientras que la correlación de Pearson para la cantidad e Co2 y la capacidad de captura de carbono es de 0.911.

- **J. Huerta y E. Popayán. "Determinación de la Huella Ecológica en la comunidad Universitaria Santiago Antunéz de Mayolo, campus universitario de Shancayán" Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Ancash, 2018.**

En la presente tesis [10] se calculó la huella ecológica generada por la comunidad Universitaria "Santiago Antunéz de Mayolo", campus universitario de Shancayán, ubicada en Huaraz; haciendo uso de la metodología de la metodología planteada por los creadores del término William Rees y Mathis Wackernagel. Se pudo estimar que la huella de la comunidad universitaria fue de 604.50 hectáreas globales (0.051 hag per cápita), utilizadas para cubrir la demanda de recursos, absorber los residuos generados; e incluso, disponer de la infraestructura asociada. Bajo este escenario, si los 7244 millones de habitantes del planeta, tuvieran un patrón de consumo similar al nuestro, teniendo en cuenta la biocapacidad mundial (12243 millones de hag), se necesitaría una trigésima tercera parte de la superficie biológicamente productiva para sustentarnos.

- **L. Jaime. "Estimación de la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión" Tesis Magister, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2019.**

Para esta tesis magister, se calculó las emociones de CO2 generadas por la Universidad Peruana Unión en el año 2017 y sus respectivas huellas ecológicas, donde se considera como categorías adicionales los alimentos y residuos. Entre los resultados se encontró que la huella emitida por la energía y transportes es del 80% del total de la huella total anual. Como resultado se tuvo que las obras civiles aportan un total de 564 tn emisiones de CO2, representando el 15.1% del total. Cabe resaltar que en esta investigación se consideró una vida útil de 50 años para las edificaciones.

2.2.Bases Teórico Científicas

2.2.1. Política ambiental

Se trata de un conjunto de metas y objetivos agrupados sistemáticamente que determina las prioridades de una gestión ambiental. Para el sector público, se tiene una política ambiental para cada ámbito, ya sea nacional, regional y locales de gobierno. [11]

La Política Nacional del Ambiente nace en el Perú para el cumplimiento del artículo 67º de la Constitución Política del Perú y en conformidad con la ley que

dicta las políticas públicas ambientales. Ésta se trata de uno de los principales instrumentos de gestión para el desarrollo sostenible en la nación y se ha desarrollado teniendo en consideración la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, los Objetivos del Milenio desarrollados por la Organización de las Naciones Unidas, además de tratados y declaraciones internacionales emitidas por el Gobierno para el sector ambiental. [12]

2.2.2. Sistemas de gestión ambiental

Se trata del instrumento destinado a empresas u organizaciones que voluntariamente deseen implementar la protección del medio ambiente en sus procesos, el cual está conformado por acciones medioambientales y herramientas de gestión. Estas acciones están relacionadas entre sí con una misma finalidad, la de preservar y proteger el medio ambiente. [11]

Para implementar un SGA, se necesita como principales condiciones determinar la política ambiental de la empresa y organización, sus aspectos ambientales, metas y objetivos. Una vez definidos estos requisitos, es posible empezar una planificación, que dará pie a la implementación y operación del sistema y, por último, la revisión y evaluación. La buena implementación de este sistema otorga orden y consistencia para las practicas organizacionales y el cumplimiento de expectativas por parte de clientes y autoridades haciendo énfasis en las actividades y operaciones de carácter legislativo ambiental. [13]

2.2.3. Ley General Del Ambiente - Ley N° 28611

Es la encargada del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. En esta encontramos los siguientes principios:

"Principio de Sostenibilidad. La gestión del ambiente y de sus componentes ..., se apoyan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones"

"Principio de Prevención. La gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptan las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan."

"Principio Precautorio. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces y eficientes para impedir la degradación del ambiente."

"Principio de Internalización de Costos. Toda persona natural o jurídica, pública o privada debe asumir el costo de los riesgos o daños que genere el ambiente, es decir costos de las acciones de prevención, vigilancia, restauración, rehabilitación, reparación y la eventual compensación relacionadas con la protección del ambiente)"

"Principio de Responsabilidad Ambiental. El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda o, cuando lo anterior no fuera posible, a compensar en términos ambientales los daños generados, sin perjuicio de otras responsabilidades administrativas, civiles o penales a que hubiera lugar."

Según el Art. 82, el Estado promociona por medio de actividades educativas de difusión y asesoría el consumo racional y sostenible, de tal forma que se incentive el aprovechamiento de RN, la producción de bienes, la prestación de servicios y otros en condiciones adecuadas.

En el Art. 83, el Estado adopta medidas normativas, de control, incentivo y sanción, para asegurar el uso, manipulación y manejo adecuado de los materiales y sustancias peligrosas, cualquiera sea su origen, estado o destino, a fin de prevenir riesgos y daños sobre la salud de las personas y el ambiente.

En el Art. 124, le corresponde al Estado y a las universidades, públicas y privadas, en cumplimiento de sus respectivas funciones y roles a promover:

a) La investigación y el desarrollo científico y tecnológico en materia ambiental.
b) La investigación y la sistematización de las tecnologías tradicionales.
c) La generación de tecnologías ambientales
d) La formación de capacidades humanas ambientales en la ciudadanía.
e) El interés y desarrollo por la investigación sobre temas ambientales en la niñez y juventud.
f) La transferencia de tecnologías limpias
g) La diversificación y competitividad de la actividad pesquera, agraria, forestal y otras actividades económicas prioritarias.

En el Art. 139 se menciona que el CONAM ha implementado un Registro de Buenas Prácticas e Infractores Ambientales, en el cual se registra a toda persona natural o jurídica que cumple con sus compromisos ambientales y promueve las buenas prácticas ambientales, y se registran las obligaciones ambientales. no se cumple y el departamento responsable determina sus responsabilidades

Según el Art. 150, la composición del comportamiento puede ser recompensada, y estas medidas o procesos se implementan y ejecutan a iniciativa del propietario de la actividad para reducir y/o prevenir la contaminación ambiental y la degradación de los recursos naturales, excediendo los requisitos de acuerdo con las leyes o reglamentos aplicables de la jurisdicción competente, y responder según corresponda Objetivos de protección ambiental contenidos en las políticas nacionales, regionales, locales o departamentales.

2.2.4. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental - Ley N° 28245 y Reglamento de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental-Decreto Supremo Nº 008 - 2005 – pcm

Persigue el cumplimiento de las estrategias ambientales de las entidades públicas; fortalecer los mecanismos de trans sectorialidad en la gestión ambiental, así como

trabajar conjuntamente con el CONAM, y a las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales, con el objetivo de que estas cumplan las funciones establecidas y se evite las superposiciones, omisiones, duplicidad, vacíos o conflictos entre ellas.

2.2.5. La ley General de Residuos Sólidos - Ley Nº27314 y DS Nº057-2004-PCM

Establece para la sociedad parámetros de responsabilidad, atribuciones, obligaciones para con el entorno en donde se desarrolla con el fin de generar un manejo eficiente y gestión de los residuos sólidos, ambientales y sanitarios, teniendo presente los principios de minimización y precaución y de los peligros ambientales, para así garantizar un bienestar social. Es por ello, a través de la creación de planes, estrategias y programas que participan en el manejo y gestión de residuos con la intención de tener un manejo de éstos de manera sostenible garantizando el bienestar social y medioambiental.

2.2.6. Ley General de Salud Nº 26854

Expedida en Julio de 1997, reemplaza al Código Sanitario, estableciendo normas referentes a la salud, las cuales llegan a ser de orden público, por consiguiente, controla la protección del Medio Ambiente.

2.2.7. Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento SUNASS, Ley Nº 26284

Expedida en enero de 1994, le corresponde la regulación del marco de competencia de los servicios de Agua Potable, Saneamiento, Drenaje Pluvial y Disposición final de aguas servidas para la Entidades Prestadoras de Servicios.

2.2.8. Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley Nº 26338

Emite la normativa que controla la prestación de los servicios de saneamiento y regla el vínculo existente entre las EPS y los usuarios, así como los precios, participación de empresas privadas, entre otros.

2.2.9. El Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Humano y Medio Ambiente, Decreto Supremo Nº 007-85-VC

Establecido en febrero de 1995, regula las acciones que deben aplicarse para la conservación, restauración y evolución del medio ambiente, con el fin de protegerlo. Define las responsabilidades, facultades y aptitudes de los Gobiernos locales, en relación a tarea de difusión, guía y regulación del desarrollo medioambiental.

2.2.10. Protocolo de Kioto

Creado en 1997 en Japón, con la finalidad de aminorar emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento global. Se trata de un instrumento para implementar lo establecido en la Convención Marco de las Naciones Unidas; entró en vigor en el año 2005. Entre sus logros más destacables están: que los gobiernos de los países participantes implementaron leyes y políticas de orden ambiental, conciencia en las empresas acerca del cuidado del medio ambiente en su desarrollo de inversión y la fomentación acerca del mercado del carbono, con el fin de disminuir las emisiones a un menor costo.

2.2.11. Agenda 21

Es el plan de acción propuesto por la Organización de las Naciones Unidas y busca fomentar un desarrollo sostenible a nivel mundial con la participación de los 173 países asistentes a la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, llevada a cabo en el año 1992 en Río de Janeiro.

- Objetivos:
  - Conseguir en cada país y ciudad participante un modelo de crecimiento que evite el maltrato del medio ambiente y garantice un mejor futuro para el planeta.
  - Alcanzar una aprobación social para la gerencia de recursos sociales, económicos y ambientales del territorio local.

2.2.12. ISO 14000

Nace como alternativa de solución para empresas y organizaciones que tienen como meta reducir impactos ambientales y consumo de recursos mediante la evaluación y monitoreo de cada una de sus actividades

- **ISO 14000,** Es una familia de normas que regula todo lo relativo a los Sistemas de Gestión Ambiental. La norma más implementada de esta serie es la norma ISO 14001, que recoge los requisitos para certificar esta norma.
- **ISO 14001:2000,** Está relacionada con los Sistemas de Gestión Ambiental. Son las disposiciones de utilización.
- **ISO 14004:2004,** También tiene relación con el Sistema de Gestión Ambiental. Cuáles son los principios, sistemas y técnicas de apoyo para la gestión.
- **ISO 14011:2002,** Nos permite tener un protocolo para las auditorias de sistemas de gestión de calidad o ambiental.
- **ISO 14020, 14021,** Etiquetado Ambiental
- **ISO 14031:1999,** Tiene que ver con la Gestión ambiental evaluando el rendimiento de la gestión.
- **ISO 14032,** Gestión ambiental, son ejemplos de cómo se puede evaluar un rendimiento ambiental (ERA).
- **ISO 14040, 14041, 14042,** Orientados al análisis de ciclo de vida
- **ISO 14046,** Huella Hídrica
- **ISO 19011,** Aquí nos indica los modelos de las auditorías ambientales.
- **ISO 14050,** Aquí son dice los términos y las definiciones de Gestión Ambiental.
- **ISO 14060,** Las cuales permiten contar, vigilar, notificar y verificar las emisiones de gases de efecto invernadero.
- **ISO 14067: 2018,** Gases de efecto invernadero – Huella de carbono de los productos – Requisitos y directrices para la cuantificación.
- **ISO 14064,** Huella de Carbono
- **ISO 14064-1:2012,** Presenta una estrategia de diseño y gestión de los gases de efecto invernadero. Determina los requisitos para la gestión de la calidad del

inventario, señalando fronteras y condiciones para la evaluación de las emisiones y absorciones de estos gases.

- **ISO 14064-2:2012,** Se enfoca en los proyectos que aminoran la emisión de los gases. Define los requisitos para determinar las situaciones y resultados de los proyectos.
- **ISO/TS 14067:2013,** Fija los ideales para la determinación y los principios para la cuantificación y expansión de la huella de carbono a lo largo del ciclo de vida de un producto o servicio. Especifica los limites asociados al ciclo de vida y las disposiciones de difusión para publicación de los informes.

III. Materiales y métodos

3.1.Tipo y nivel de investigación

Por el tipo de investigación que se llevará a cabo en el presente proyecto, es pertinente caracterizarlo como no experimental, debido a que la recolección de datos será de manera directa del expediente técnico de cada proyecto de agua potable y alcantarillado sin manipulación de la variable.

Así mismo se trata de una investigación descriptiva donde con los datos obtenidos del expediente técnico se calculará la huella ecológica de los proyectos de agua potable y saneamiento ejecutados en el año 2019 en el distrito de Chiclayo; datos sobre los cuales no se posee control debido a que describen una situación actual.

En adición a estos, se puede asumir que el presente estudio en cuanto al fin que persigue se trata de una investigación aplicada pues tiene como fin llegar a un conocimiento por medio de la aplicación de una teoría.

3.2.Diseño de investigación

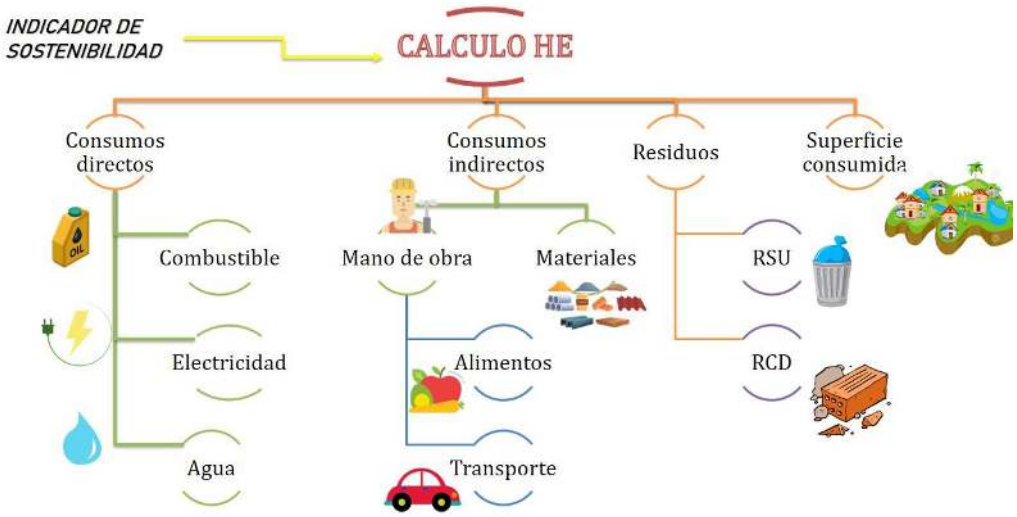
Acorde al diseño de la investigación es de tipo cuantitativa debido a que dentro de la estrategia de investigación propuesta se señalaron hechos cuantificables y de los cuales se procederá a hacer un análisis según los valores obtenidos.

3.3.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Recopilación de Información

Para la recopilación de información de estas tesis identificamos según el esquema de trabajo propuesto los la información necesaria y relevante para el cálculo de la huella ecológica en cada proyecto. El esquema de trabajo será el siguiente:

Ilustración 1: Esquema de desarrollo de investigación



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico se identificarán los puntos a influyentes para calcular la huella ecológica y estos datos que deberán ser extraídos del expediente técnico para cada obra de Agua Potable y Saneamiento a analizar. En el siguiente cuadro se los datos que serán necesarios para cada uno de los puntos:

Tabla 1: Lista de datos para investigación

Indicador	HE a calcular	Datos a recolectar	Fuente
Consumos Directos	Combustible	Horas de trabajo de maquinaria que use combustible fósil.	Expediente Técnico
	Electricidad	Horas de trabajo de maquinaria que use electricidad.	

	Agua	Cantidad de agua en m3 usada en obra (puesta en obra y consumida por personal)	
Consumos Indirectos	Alimentos	Número de trabajadores y duración de obra.	
	Transporte		
	Materiales	Listado de Insumos en obra	
		Energía Incorporada de cada material	Datos brindados por Solís-Guzmán en la tesis Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]
Residuos	RCD	Cantidad en kg por m2 de RCD generado según tipo de construcción.	Calculado por el investigador.
	RSU	Generación de residuos y porcentajes por persona.	Informe Anual SIGERSOL
Superficie consumida	Área del proyecto	Área construida del proyecto	Expediente técnico

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Calculo de Huella Ecológica

Con respecto al cálculo de la huella ecológica como indicador de sostenibilidad para cada uno de los proyectos de Agua Potable y Alcantarillado se ha considerado la siguiente distribución:

3.3.2.1.Consumos Directos

3.3.2.1.1. Cálculo para HE del combustible para maquinaria en obra

El análisis para la maquinaria se determina por su consumo de energía ya sea por combustibles fósiles o por electricidad por medio del motor, gracias a la facilidad del cálculo de aporte de CO2 será posible calcular su HE. Para dicho cálculo basándonos en la tesis de Solís-Guzmán [1] se identificará el tipo de combustible empleado, dicha cuantificación será dada en litros, que será convertida a unidades de energía. Una vez transformado este valor, la huella se obtendrá bajo la siguiente formula:

$$HE_{pc} = \frac{C}{P_c} * FE_B$$

Donde:

- HE_{pc}: huella ecológica ponderada del consumo de combustible (hag)
- C: consumo (GJ)
- Pc: productividad del combustible (GJ/ha)
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)

3.3.2.1.2. Cálculo para HE de Energía Eléctrica para maquinaria en obra

Es uno de los consumos más relevantes en los procedimientos de construcción pues genera un gran impacto medioambiental. Proviene del uso de combustibles como el petróleo, gasolina o gas natural. Para este cálculo se necesita conocer la fuente de la cual procederá la energía eléctrica. [1]

En el Perú, el 70% de la energía proviene de las centrales hidroeléctricas, que utilizan la energía cinética producida por el agua; y el 30% restante de la energía eléctrica es brindada por centrales térmicas, a partir de motores que hacen uso de combustibles. El departamento de Lambayeque se ve abastecido por dos centrales: la central hidroeléctrica de Carhuaquero y la central térmica Chiclayo. [14]

Para determinar este consumo eléctrico, se toma de referencia de valor obtenido por Freire-Guerrero y Marrero 2015 [5], que especifica 1.11 kWh por m2 de superficie construida.

Para el cálculo de la huella ecológica del consumo de energía eléctrica:

$$HE_{pee} = \sum_{i}^{i} \frac{C_i}{PE_i} (GJ/ha) * FE_B$$

Donde:

- HE_{pee}: Huella ecológica ponderada del consumo de energía eléctrica (hag)
- C_i: Consumo de energía primaria (GJ)
- PE_i: Productividad energética (GJ/ha)
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)

3.3.2.1.3. Cálculo para HE del consumo de Agua en obra

La construcción es uno de los principales causantes del consumo y la contaminación del agua, principalmente en la producción de los insumos, así como en la realización de las obras. Es por este motivo que se considera necesario contabilizar su consumo a pesar de no ser posible transformarlo en ha de superficie productivo.

Por tanto, para este cálculo (que difiere de la huella hídrica) se considera el área de bosque como el área generadora de agua. Para calcular el consumo de agua de las obras se hará uso de los alcances de González-Vallejo et al. [3] donde se obtendrá un coeficiente que relaciona los m3 de agua por superficie construida. Después, al total de agua se le aplicará el coeficiente de energía necesaria para obtener 1 m3 de agua. [6]

Al igual que en el cálculo del consumo de energía eléctrica, el valor del consumo de agua en soles se obtendrá del cálculo de la fórmula polinómica que se encuentra en el expediente técnico de cada obra. Así mismo se analizan obras similares en su dimensión con la finalidad de establecer una ratio obra/consumo de agua. Para el cálculo del consumo de agua en m3:

Para el cálculo de la huella ecológica vinculada al suministro de agua:

$$HE_{pa} = \frac{C}{P_b} * FE_B$$

Donde:

- HE_{pa}: huella ecológica ponderada del agua (ha)
- C: consumo en m3.
- Pb: productividad del agua 1.5m^3/ ha
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)

3.3.2.2.Consumos Indirectos

3.3.2.2.1. Cálculo de HE de los Alimentos Consumidos por la Mano de Obra

Se considera a los alimentos como la fuente de combustible para la mano de obra del proyecto ejecución, por tanto, es necesario evaluar la huella ecológica y el impacto de estos ya que se encuentran ligados a la obra. [1]

Habitualmente los alimentos se expresan en las toneladas consumidas, las cuales para el cálculo de la huella ecológica serán convertidas en hectáreas usando como referencia el área de territorio necesaria para generar la cantidad de alimentos. [15]

$$HE_{pal} = \frac{c}{h_c} * HE_h$$

Donde:

- HE_{pal}: huella ecológica ponderada de los alimentos (hag)
- HE_c: huella ecológica expresada como hag/comida
- h_c: 8 horas/comida. Se considera 1 única comida por cada jornada de trabajo.
- N_h: número total de horas trabajadas.

3.3.2.2.2. Cálculo de HE para el Transporte utilizado por la Mano de Obra

En el Perú el sector transporte es el principal consumidor de combustibles líquidos. Según el Reporte Semestral de Monitoreo de Mercado de Hidrocarburos el consumo de combustible líquido en el Perú entre los meses de enero 2019 y junio 2019 ha sido uno de los principales recaudadores de impuestos aportando un 37% al total recaudado, además de las regalías cobradas por las petroleras con un montón de USD 105.3 millones. [16]

Por tanto, es consecuente analizar el aporte de la huella ecológica del transporte de todos los trabajadores relacionados a la ejecución de la obra.

Se tomará el dato de horas totales de mano de obra para el cálculo del número de trabajadores y se asumirá que por 4 trabajadores se hace uso de un vehículo. También se consideran parámetros como la distancia media de recorrido.

Para el cálculo de la huella ecológica de la movilidad de mano de obra:

$$HE_{pc} = \frac{C}{P_c} * FE_B$$

Donde:

- HE_{pc}: huella ecológica ponderada del consumo de combustible (hag)
- C: consumo (GJ)
- Pc: productividad energética del combustible (GJ/ha)
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)

3.3.2.2.3. Materiales de construcción

Para la cuantificación de la huella ecológica relacionada al uso de los materiales de construcción la situación se vuelve más complicado debido a las características particulares que presenta cada uno y porque es difícil obtener la información del consumo energético para su fabricación, transporte y puesta en obra.

Por lo tanto, para el cálculo de HE de los materiales se obtiene el peso, luego se aplica las emisiones de CO2 de cada material según bases de datos de ACV con esta información

es posible hallar de manera rápida la huella ecológica para cada material importante en la obra.

Para el cálculo de la huella ecológica de los materiales de construcción se partirá de datos que proporcionará el expediente técnico de cada proyecto como el consumo de materiales en peso, y mediante el expediente de obra se extraerá el listado de insumos que determinará la cantidad de materiales a usar en cada obra. También consideraremos valores como la energía incorporada en cada material identificado.

$$HE_{pm} = \frac{\sum_i Cm_i * Eim_i}{PE} * FE_B$$

Donde:

- HE_{pm}: huella ecológica ponderada de materiales de construcción (hag)
- Cm_i: consumo del material (kg)
- Eim_i: energía incorporada específica del material i (MJ/kg)
- PE: productividad energética del petróleo (MJ/ha)
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)
-

3.3.2.3.Los residuos

Los residuos sólidos de construcción y demolición se refieren al producto que se genera durante la construcción de edificaciones e infraestructura y cumplen con la definición de residuo sólido de la Ley General de Residuos Sólidos No. 27314, incluyendo nuevos proyectos y proyectos de expansión, demolición, reparación, trabajos menores, aire acondicionado o renovación u otros" [11]

Ilustración 2 Estimación porcentual de composición de RCD

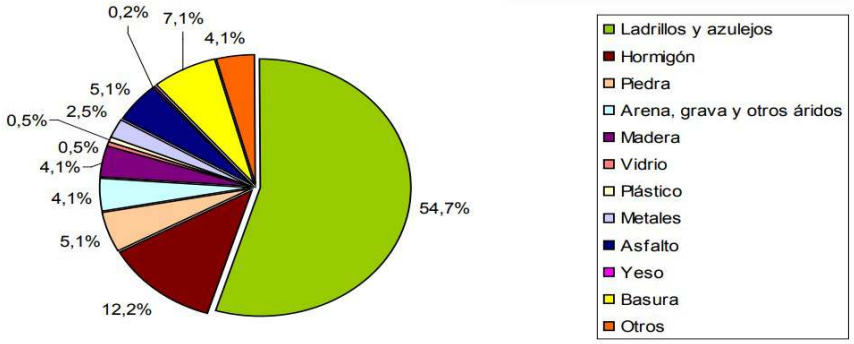


Figura 28: Estimación porcentual de la composición de los RCD[147]

Fuente: *Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad de andaluza.*

Para el cálculo de su huella ecológica se usa el método Wackernagel para los materiales, con la misma intensidad energética, restando el porcentaje de energía que puede recuperarse por reciclaje. Por ejemplo, si se considera que el porcentaje de reciclaje del papel en 50%, y la huella ecológica de 1tn de papel es 30 ha, si se recicla un 100%, entonces la huella se reduciría al 15ha. [15]

Es importante para el cálculo del aporte de los RCD que estos estén contemplados en el presupuesto de obra en su capítulo correspondiente, de caso contario, mientras que, para contabilizar los residuos de materiales, se contabilizará como un aumento de consumo en su huella.

Para el cálculo de los residuos se considerarán seis tipos de residuos: vidrio, papel plástico, residuos orgánicos, tierras de excavación y RCD mixtos. Para calcular el peso de cada residuo, los dividiremos en dos grupos RSU (los primeros cuatro mencionados) y RCD (los dos siguientes).

Para el peso de RSU se adoptará la incidencia de cada componente según porcentajes estimados. Así mismo se calculará índices de conversión para residuos ya mencionado.

Para el índice de conversión para plástico, vidrio, residuos orgánicos, tierras de excavación y RCD:

$$\frac{\text{Peso}_x}{\text{Peso}_{RSU}} = \frac{\%_x}{100} * \left(1 - \frac{\%\text{Reciclaje}_x}{100}\right) * \text{Factor}_{RCD}$$

Donde;

- IC_x: índice de conversión ponderado del residuo no peligroso (hag/t)
- IE_x: intensidad energética de producción del material del que está fabricado el residuo. Para conocer estos valores tenemos que conocer las intensidades energéticas de los materiales que se van a reciclar. Los datos se recogen en la tabla.
- PE: productividad energética del residuo (se asume que es igual a la de los combustibles fósiles).
- $\%R_x$: porcentaje de reciclaje de x
- $\%Se_x$: porcentaje estimado de energía recuperada por reciclaje.
- FE_F: factor de equivalencia de la energía fósil

Para el índice de conversión del papel:

$$IC_x = \frac{IE_x}{PE} * \left(1 - \frac{\%R_x}{100} * \frac{\%Se_x}{100}\right) * FE_F + \frac{1}{P_n} * \left(1 - \frac{\%R_{papel}}{100} * 0.8\right) * FE_B$$

Donde:

- Pn: productividad del papel 1.01t/ha
- 0.8: factor de reciclaje del papel
- FE_B: factor de equivalencia de los bosques (Hag/ha)

Para el cálculo de la huella ecológica total de residuos en obra:

$$HE_{pr} = \sum_i IC_{RNP_{ip}} * C_i$$

Donde:

- HE_{pr}: huella ecológica ponderada de los residuos (hag)
- IC_{RNPip}: índice de conversión ponderado (hag/t)
- Ci: consumo (t)

Así mismo el porcentaje de energía por reciclaje viene dado por los siguientes valores

3.3.2.4.Superficie construida

Se trata del consumo directo del área del suelo ocupado directamente debido a que en el momento que pasa a ser urbanizado este se convierte en biológicamente improductivo. Por este motivo la huella ecológica de superficie construida se da por el suelo que ocupa directamente, el cual es definido por dos posibles tipos de área: bosque o cultivo.
Se determinará directamente del área total cada proyecto y su factor de equivalencia. Este cálculo es breve debido a la similitud de unidades.

$$HE_{ps} = S * FE_{SC}$$

Donde:

- HE_{ps}: HE ponderada de ocupación directa (hag)
- S: superficie consumida (ha)
- FE_{SC}: factor de equivalencia de la superficie construida

- **Factores de equivalencia para el cálculo de la huella ecológica**

Actualmente los factores de equivalencia se calculan utilizando índices de idoneidad del modelo de Zonas Agro-ecológicas Globales y datos reales actuales sobre áreas de tierras de cultivo, áreas de bosques y áreas de tierras de pastoreo obtenidos de FAOSTAT. El modelo utilizado divide todas las tierras a nivel mundial en cinco categorías, basadas en productividad potencial de los cultivos bajo el supuesto de insumos agrícolas. El cálculo de los factores de equivalencia supone que, "dentro de cada país, la tierra más adecuada disponible será para siembra de cultivos, después de lo cual las tierras restantes más adecuadas se utilizarán como tierras forestales, y las tierras menos adecuadas se dedicarán a pastoreo". Cada año, los factores de equivalencia son calculados como "la relación del índice de idoneidad promedio mundial para un tipo de uso de suelo y el promedio del índice de idoneidad para todos los tipos de uso del suelo" [17]

En términos de productividad natural, no es lo mismo comparar una extensión de bosques con tierras cultivables, puesto que la biocapacidad en ambos casos es distinta, y sería incorrecto sumarlas directamente para obtener una medida de superficie total, como pretende la HE. Es así, que surge la exigencia de efectuar una normalización de los diferentes tipos de suelo, multiplicando su huella por un factor de equivalencia asociado, el cual representa la

productividad potencial media global de un área bioproductiva, con relación a la productividad potencial media global de todas las áreas bioproductivas [15]

Para la presente investigación se tomará en cuenta factores de equivalencia brindados por el MINAN.

Tabla 2 Factores de equivalencia para el cálculo de la HE

Tipo de área	Factor de equivalencia (hag/ha)
Tierras de cultivo	2.51
Tierras de bosque	1.26
Tierras de pastoreo	0.46
Aguas marinas y continentales	0.37
Área construida	2.51

El hecho de que se obtenga el resultado final en hectáreas, expresado en términos globales y únicos, a partir de diferentes tipos de unidades de consumo y residuos generados, convierte a la EH en un indicador "final" [15]

3.4.Plan de procesamiento y análisis de datos

3.4.1. FASE I: RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

1) Recolección de expedientes técnicos de proyectos de agua potable y alcantarillado ejecutados en el año 2019.
2) Identificación de presupuestos y análisis de precios unitarios.
3) Recopilación de información bibliográfica con proyectos similares.

3.4.2. FASE II: CALCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA PARA LOS PROYECTOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

1) Establecer las pautas y metodología del cálculo de huella ecológica aplicado a obras de ingeniería civil.
2) Extracción de los valores y cantidades a usar para el cálculo de la huella ecológica.

3) Análisis de las fórmulas de cálculo empleando la huella ecológica.
4) Cálculo de la huella ecológica de los consumos directos para el consumo de combustible.
5) Cálculo de la huella ecológica de los consumos directos para el consumo de electricidad.
6) Cálculo de la huella ecológica de los consumos directos para el consumo de agua.
7) Cálculo de la huella ecológica de los consumos indirectos para el consumo de alimentos de la mano de obra.
8) Cálculo de la huella ecológica de los consumos indirectos para el consumo transporte de la mano de obra.
9) Cálculo de la huella ecológica de los consumos indirectos para el consumo materiales de construcción.
10) Cálculo de la huella ecológica de la generación de residuos dentro de la construcción.
11) Cálculo de la huella ecológica de superficie consumida.
12) Cálculo de la huella ecología total.

3.4.3. FASE III: ANÁLISIS DE RESULTADOS

1) Análisis de resultados.
2) Conclusiones y recomendaciones.

3.5. Consideraciones éticas

Los aspectos éticos se evidencian a través de la declaración jurada, adjuntado en Anexos. En dicho documento aseguro y extiendo el conocimiento de que la presente investigación, no ha sido desarrollada ni se encuentra actualmente en desarrollo por ningún otro investigador. Así mismo mi compromiso de que los resultados obtenidos en el presente estudio son veraces y se garantiza la autenticidad en este proyecto.

Adicionalmente, en el marco teórico de esta investigación se describen las publicaciones que se han tomado como referencia para el desarrollo de esta tesis. Dichas investigaciones son: “Evaluación de la Huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza”. Escrita por Solís Guzmán, Jaime. “Presupuesto Ambiental. Evaluación de la Huella Ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía”. Escrita por Freire Guerrero, Antonio. Ambas han sido desarrolladas en el ámbito internacional y en las cuales se

describen sus objetivos, metodología planteada, resultados obtenidos de la ejecución de la metodología y las conclusiones pertinentes. En esta tesis se expone de manera detallada la metodología necesaria para el cálculo de la Huella Ecológica en una construcción de tipo edificación, procedimientos que servirán para ser aplicados en los proyectos de agua potable y alcantarillado de los cuales se requiere determinar la emisión de huella ecológica.

IV. Resultados

4.1. Urb. El Ingeniero I

4.1.1. Huella Ecológica del consumo del Combustible

Para este cálculo se hizo un análisis de la cantidad de maquinaria presente en el expediente y se seleccionó aquella maquinaria que funciona por medio del uso de combustible, así como las horas de trabajo de cada una. Se consultó el consumo de combustible por hora de trabajo para poder calcular la cantidad total de litros considerando un desperdicio de 10%. Se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 3 Listado de Maquinaria Urb. El Ingeniero I

Listado de maquinaria

Maquinaria que consume combustible	Unidad	Cantidad	CONSUMO		Consumo total de combustible
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	396.16	8.790 gal/h	33.27 l/h	13181.845 l
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 y d3	hm	161.87	4.600 gal/h	17.41 l/h	2818.663 l
COMPACTADORA VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	hm	3986.45	0.300 gal/h	1.14 l/h	4527.106 l
COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP	hm	52.03	2.000 gal/h	7.57 l/h	393.911 l
CORTADORA DE CONCRETO 14"	hm	135.66	1.189 gal/h	4.50 l/h	610.478 l
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3	hm	240.31	0.872 gal/h	3.30 l/h	793.017 l
MINI CARGADOR TIPO BOBCAT	hm	48.75	1.790 gal/h	6.78 l/h	330.346 l
MOTOBOMBA 7HP DE 6"	he	624.76	0.500 gal/h	1.89 l/h	1182.494 l
RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y 3	hm	735.58	3.000 gal/h	11.36 l/h	8353.466 l
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 7-9 tn	hm	195.31	2.660 gal/h	10.07 l/h	1966.569 l
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	230.82	1.500 gal/h	5.68 l/h	1310.623 l
MARTILLO NEUMATICO DE 24 kg	hm	39.00	1.400 gal/h	5.30 l/h	206.683 l
COCINA ASFÁLTICA	hm	13.03	0.150 gal/h	0.57 l/h	7.399 l
		Consumo teórico total en obra			***35682.601 l***
		Desperdicio considerado en obra			***356.826 l***
		Consumo total de combustible en litros			***36039.427 l***

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la productividad del combustible se ve especificado en el Anexo N°5. Como resultado se obtuvo para la huella ecológica del consumo de combustible.

Tabla 4 HE combustible Urb. El Ingeniero I

Cantidad de combustible	*36039.427*	*L*
Factor de conversión energía	*35.000*	*MJ/L*
C	*1261.380*	*GJ*
Pc	*71.281*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE combustible=	22.297	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Huella Ecológica del consumo de Electricidad

Para el consumo de electricidad se seleccionó aquella maquinaria que trabaja haciendo uso de energía eléctrica, se consultó su consumo en kW para cada una y las horas de trabajo considerando un desperdicio de 10% para poder calcular el consumo total en Kwh:

Tabla 5 Listado de maquinaria eléctrica Urb. El Ingeniero I

Listado de maquinaria

Maquinaria que consume electrididad	Unidad	Cantidad	CONSUMO	Consumo total de combustible
TEODOLITO	hm	195.53	0.040 gal/h	7.821 l
NIVEL TOPOGRAFICO	he	195.53	0.040 gal/h	7.821 l
			Consumo teórico total de electricidad en otra	***15.64 kWh***
			Desperdicio considerado en obra	***16.42 kWh***
			Consumo total en KHW	***32.07 kWh***

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la productividad energética del agua se especifica en el Anexo N° 6. Con el consumo total de energía en kwh se obtuvo como resultado:

Tabla 6 HE Electricidad Urb. El Ingeniero I

Consumo de electricidad	*32.067*	*Kwh*
Factor conversión Kwh	*0.004*	*GJ/Kwh*
C	*0.115*	*GJ*
Pc	*973.171*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE electricidad =	0.000149	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Huella Ecológica del consumo de Agua

Para el cálculo del consumo de agua se toma en cuenta dos tipos de consumo, el que está dado por la cantidad de obra que se usa en obra netamente para los procesos constructivos de cada partida la cual se obtiene del listado de insumos.

Tabla 7 Cantidad de Agua en expediente técnico Urb. El Ingeniero I

Materiales	Unidad	Cantidad
AGUA	m3	1137.11

Fuente: Elaboración propia.

Además, se considera como otro tipo de consumo, el de la mano, refiriéndose al agua que beben y la que se usa para su higiene personal, el cual viene dado por la cantidad de trabajadores promedio por día, cantidad de días de trabajo y el consumo en m3 estimado de una persona por jornada laboral.

Tabla 8 Cantidad de agua para consumo de mano de obra Urb. El Ingeniero I

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Duración de obra	Personas x día
OFICIAL	hh	6431.50	150	5.36
OPERARIO	hh	4504.92		3.75
PEON	hh	18994.75		15.83
TOPOGRAFO	hh	195.53		0.16
	Promedio de trabajadores por día			***25.106***
	Agua de consumo personal por trabajador m3			***0.015***
Agua total de consumo personal de mano de obra m3				***56.488***

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el total del consumo de agua directo se obtuvo como huella ecológica el siguiente valor.

Tabla 9 HE agua Urb. El Ingeniero I

C	*1193.594*	*m3*
Pc	*1500.000*	*m3/ha*
HE AGUA =	1.002619	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Huella Ecológica del consumo de Alimentos de la Mano de Obra

Debido a que la obra está localizada en la ciudad de Chiclayo, como primer paso se calcula la cantidad de cada tipo de alimento con su porcentaje representativo según la alimentación que se da en la ciudad, obteniendo los siguientes porcentajes.

Tabla 10 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo

Alimentos	% Alimentos
Cereales	30
Carnes	25
Legumbres, raíces y tubérculo	18
Pescado	10
Bebidas	8
Aceites	7
Lácteos	1
Azúcar	1

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de los alimentos se obtuvo primero la huella fósil de cada uno de los alimentos, esta representa la huella que se emite para la recolección, tratamiento y transporte de cada uno de ellos. Se obtuvo que la mayor huella fósil está dada por los cereales y las carnes que son los principales componentes en un plato de almuerzo de la ciudad de Chiclayo.

Tabla 11 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos

Cálculo de la huella fósil de todos los alimentos					
				Huella fósil	% Alimentos
Hecf	Huella Fósil total (hag/comida)			Cereales	0.00071
%alim	Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)			Carnes	0.00042
Cs	Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.			Legumbres, r, t	0.00036
Ci	Consumo en toneladas por cada	S/. 1,000.00		Pescado	0.00020
lei	Intensidad energética (GJ/t)			Bebidas	0.00006
FE_B	Factor de equivalencia bosque	1.26		Aceites	0.00008
Pc	Productividad del petróleo	71 GJ/ha		Lácteos	0.00006
				Azúcar	0.00002
				Total	0.00192

Fuente: Elaboración propia.

Luego es necesario cambien calcular la huella que emite cada alimento según el área de donde se consume cada uno de ellos.

Se calculó la huella ecológica de pastos para las carnes y lácteos con los siguientes resultados:

Tabla 12 Cálculo de la huella ecológica de pastos

Cáculo de huella ecologica de pastos					
				Huella pastos	hag/comida
He pas	Huella Ecológica de pastos (hag/comida)			Carnes	0.00015
%alim	Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)			Lácteos	0.00014
Cs	Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.			Total	0.00029
Ci	Consumo en toneladas por cada	S/. 1,000.00			
Pni	Productividades naturales de cada alimento				
FE pas	Factor de equivalencia de pasto	0.46			

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró la huella ecológica de mar para el consumo de pescado en la alimentación de mano de obra.

Tabla 13 Cálculo de huella ecológica de mar

Cáculo de huella ecologica de mar					
	= ⎡ % / — ⎤				
He mar	*Huella Ecológica de mar (hag/comida)*			**Huella mar**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Pescado	0.00143
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			***Total***	0.00143
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***			
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*				
FE mar	*Factor de equivalencia de mar*	***0.37***			

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calculó la huella ecológica de las tierras de cultivo que es donde provienen la mayoría de los alimentos tales como cereales, legumbres, bebidas, aceites y azúcar. Se obtuvo como resultado que los cereales son los que poseen el consumo hag/comida más alto.

Tabla 14 Cálculo de huella ecológica de tierras de cultivo

Cáculo de huella ecologica de tierras de cultivo				
	= ⎡ % / — ⎤			
HE cul	*Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)*		**Huella cultivos**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*		Cereales	0.00298
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*		Legumbres, raíces y tubércul	0.00077
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***	Bebidas	0.00006
Pn i	*Productividades naturales de cada alimento*		Aceites	0.00019
FE cul	*Factor de equivalencia de tierras de cultivo*	***2.51***	Azúcar	0.00004
			Total	0.00403

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante para el cálculo de la alimentación de la mano de obra es conocer la cantidad de horas que trabajan cada persona durante la obra, de donde se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 15 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra Urb. El Ingeniero I

Mano de obra	Und	Cantidad
OFICIAL	hh	6431.50
OPERARIO	hh	4504.92
PEON	hh	18994.75
TOPOGRAFO	hh	195.53

Fuente: Elaboración propia.

También se tomó en cuenta el personal de ingeniería y de administración de la obra.

Tabla 16 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración Urb. El Ingeniero I

INGENIERIA	Horas totales
ING. SUPERVISOR DE OBRA (ING. CIVIL O ING. SANITARIO)	1200.00
ASISTENTE DE SUPERVISION	1200.00
TECNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS	0.00
TECNICO DIBUJO DE CONSTRUCCION CIVIL	
TOPOGRAFO	1200.00
CADISTA	1200.00
ADMINISTRACION	**Horas totales**
GERENTE OBRA (ADMINISTRADOR DEL CONTRATO)	1200.00
CONTADOR	600.00
ENCARGADO DE ALMACEN Y PERSONAL	1200.00
CHOFER	240.00
PERSONAL DE LIMPIEZA	600.00
GUARDIAN	1200.00
	9840.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Número total de horas trabajadas Urb. El Ingeniero I

Numero total de horas trabajadas:	***39,966.70 h***

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la huella ecológica de los alimentos para la obra de Urb. El Ingeniero I.

Tabla 18 HE del consumo de alimentos Urb. El Ingeniero I

RESULTADOS	
HE FOSIL	9.593 hag
HE PASTOS	1.443 hag
HE MAR	7.139 hag
HE CULTIVOS	20.147 hag
HE TOTAL DE ALIMENTOS	**38.322 hag**

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Huella Ecológica del Transporte de la Mano de Obra

Para el cálculo de esta huella se necesita plantear una distancia promedio del viaje que realizarán los trabajadores diariamente hasta el lugar de trabajo, en este caso la Urb. El Ingeniero I. Esta fue calculada desde 4 zonas representativas como son: José Leonardo Ortiz, La Victoria, Cruz de la Esperanza y Campodónico; para obtener una distancia representativa promedio del recorrido que se realizará por cada trabajador. El cálculo detallado de este valor se encuentra en el Anexo N°8.

Tabla 19 Distancia promedio Urb. El Ingeniero I

- Hipótesis de distancia		
	3.99	*Promedio de distancias a obra (km)*

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante estimar es el tipo de vehículo en el que el personal se moviliza pues este determinará de manera significativa el consumo de combustible que será un dato necesario para el cálculo de la huella. Se obtuvo que el principal vehículo que se usa para la movilización de la mano de obra es la moto taxi con un alto porcentaje de 70%.

Tabla 20 Uso de transporte de trabajadores Urb. El Ingeniero I

Tipo de vehículo	% porcentaje de trabajadores	Capacidad del vehículo (personas)
MOTO LINEAL	10	
MOTOTAXI	70	4
SERVICIO PÚBLICO	15	3
AUTO	5	4
	100	

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados es posible calcular la cantidad de combustible que se usa para el transporte de los trabajadores diariamente.

Tabla 21 Consumo de combustible para el transporte Urb. El Ingeniero I

	VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA	% (PORCENTAJE)	NÚMERO DE PERSONAS QUE VIAJAN	OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS POR VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA POR DIA	CONSUMO (L/100km)	CONSUMO EN L POR DIA
33 trabajadores	MOTO LINEAL	10	3.3	2	1.65	13.173	3.031	0.399
	MOTOTAXI	70	23.1	4	5.775	46.104	3.031	1.397
	SERVICIO PÚBLICO	15	4.95	3	1.65	13.173	11.5	1.515
	AUTO	5	1.65	4	0.4125	3.293	7.88	0.259

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la HE relacionada al transporte de la mano de obra para la obra analizada.

Tabla 22 HE Transporte Urb. El Ingeniero I

Donde:			
P_c	Productividad energética del combustible	**71 GJ/ha**	
C	Consumo en L	**3.57**	
	Consumo en GJ	**0.14 GJ**	
FE_B	Factor de equivalencia de los bosques	**1.26**	
HE_pc	Huella Ecológica relacionada a movilidad hag		
T_t	Tiempo total de duración de la obra en días	**150**	
	Combustible por concepto de mantenimiento	**0.1**	
HE TRANSPORTE DE MANO DE OBRA		**0.3645 hag**	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Huella Ecológica de los Materiales

Para el cálculo de la HE de los materiales se hizo un análisis de todos los materiales utilizados en la obra calculando el peso de cada uno de ellos. Se obtuvo que, del peso total de todos los materiales, el que ocupa el mayor porcentaje fueron los áridos y piedras.

Tabla 23 Incidencia de materiales según peso Urb. El Ingeniero I

PORCENTAJE DE PESO SEGÚN MATERIAL		
MORTEROS	5209.19 kg	0.011510%
ARIDOS Y	45019832.74 kg	99.477880%
PINTURAS	2548.20 kg	0.005631%
PLASTICOS	1162.09 kg	0.002568%
HORMIGONES	67923.00 kg	0.150086%
MADERAS	52884.67 kg	0.116856%
METALES	14763.81 kg	0.032623%
MORTEROS	54840.69 kg	0.121178%
PLÁSTICOS	36272.73 kg	0.080150%
METALES mod	51.26 kg	0.000113%
GRASAS Y ACEITES	635.49 kg	0.001404%

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis de cada uno de los materiales y las emisiones de CO2 correspondientes de cada uno se halló que los áridos y piedras son los que general la mayor huella ecológica, seguidos por los plásticos modificados, además las maderas utilizadas en obra tienen una huella negativa debido a que sus emisiones de CO2 son negativas. El valor de las emisiones se encuentra especificado en el Anexo N°7.

Tabla 24 HE Materiales Urb. El Ingeniero I

MATERIAL	HE
MORTEROS	0.0020 hag
ARIDOS Y PIEDRAS	18.8898 hag
PINTURAS	0.4512 hag
PLASTICOS	0.3825 hag
HORMIGONES	0.7359 hag
MADERAS	-11.2974 hag
METALES	3.7258 hag
MORTEROS mod	7.8607 hag
PLÁSTICOS mod	14.8381 hag
METALES mod	0.0174 hag
GRASAS Y ACEITES mod	0.0919 hag
HE Materiales	35.698 hag

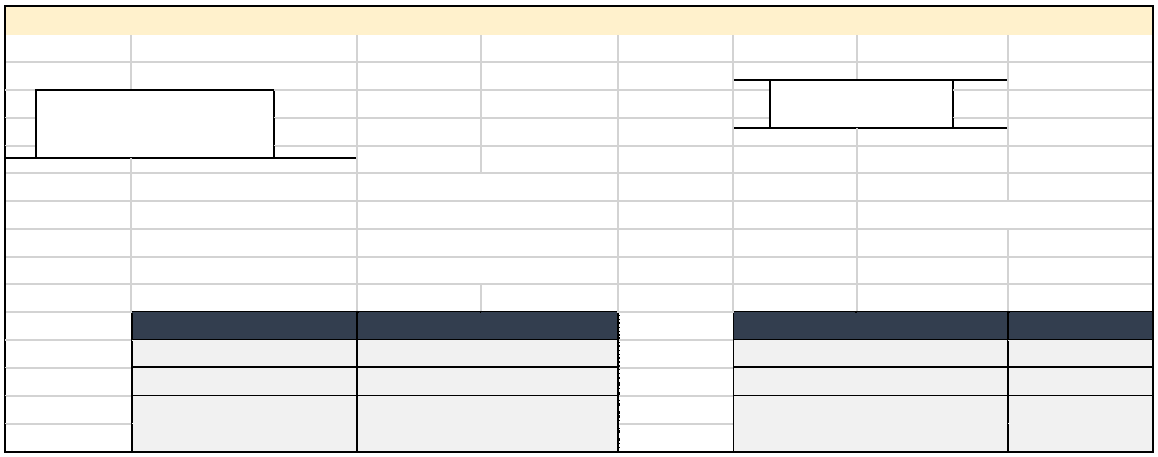
Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Huella Ecológica de los Residuos

Para el cálculo de la huella ecológica de residuos se consideran dos tipos: residuos urbanos generados por la mano de obra y residuos de construcción y demolición.

Para la huella de los residuos urbanos es necesario conocer la densidad de los residuos generación por la población en Chiclayo, brindada por el MINAM; y la composición física de los residuos, brindada por el PIGARS de Chiclayo, siendo el principal componente la materia organice.

Tabla 25 Calculo de RSU Urb. El Ingeniero I



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado para el calculo de los RCD se analizó los residuos generados en las obras evaluadas, los cuales fueron brindados por el sustento de metrados para poder calcular la densidad del RCD y la composición de este.

Tabla 26 Densidad RCD Urb. El Ingeniero I

	R1	R2	R3	R4	Promedio	Total de residuo m3	Densidad kg/m3	Peso kg	
Acero	0.45%	0.17%	0.11%	0.94%	0.42%	57.36	7850.00	450243.08	
Concreto y Asfalto	10.04%	3.44%	2.71%	6.88%	5.77%	785.40	2400.00	1884971.99	
Tierra de Excavación	78.38%	90.04%	66.14%	91.21%	81.44%	11088.37	1700.00	18850236.44	
Tubos de PVC	3.29%	4.39%	24.42%	0.05%	8.04%	1094.44	1400.00	1532216.26	
Otros	7.84%	1.94%	6.61%	0.91%	4.33%	589.12	660.00	388820.85	
						13614.70		**23106488.62**	*Total en kg*
								23106.49	*Total en ton*
								1.70	*Densidad ton/m3*

Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores fue posible el análisis de los RCD donde se tiene como resultado que el mayor volumen de RCD está dado por las tierras de excavación.3

Tabla 27 Volumen de RCD Urb. El Ingeniero I

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN				
RCD (Según el tipo de Construcción)			Tipo de Construcción	Ratio m3/m2 RCD
Tipo	M3 RCD		Infra. De Carreteras	1.56 m3/m2 construido
Demolición	631.60 m³		Obras de rehabilitación	0.57 m3/m2 construido
Área Construida Total	347.72 m³		Construcción de obra nueva	0.14 m3/m2 construido
Tierras de Excavación	3,960.84 m³		Demolición Completa	1.22 m3/m2 construido
TOTAL	4,940.17 m³		Demolición de naves ind.	1.19 m3/m2 construido

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvieron los resultados de la huella de residuos generados por la obra de Urb. El Ingeniero I donde la huella mas alta fue generada por los RCD mientras que en los RSU la huella mas alta fue generada por los residuos organicos.

Tabla 28 HE Residuos Urb. El Ingeniero I

ORGÁNICO	0.67 hag		
PAPEL	0.12 hag		RCD
PLÁSTICO	0.15 hag		913.81 hag
VIDRIO	0.08 hag		
HE RESIDUOS =		914.83	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.1.8. Huella Ecológica de la Superficie Construida

Para calcular la superficie construida se revisó los metrados y partidas del expediente que brindan el área de excavación y relleno para la rehabilitación de las redes de agua potable y alcantarillado, así mismo el área de reposición de veredas, pavimentos y sardineles.

Tabla 29 Área Construida Urb. El Ingeniero I

ALCANTARILLADO			
Redes de Conexión	1,552.30	0.80	1241.84 m2
Redes de Conexión	502.60	0.90	452.34 m2
Redes de Conexión	119.96	1.00	119.96 m2
Conexiones Domiciliarias	1,323.55	0.60	794.13 m2
AGUA POTABLE			
Redes de Conexión	2,230.00	0.60	1338.00 m2
Conexiones Domiciliarias	1,156.50	0.40	462.60 m2
Reposición de Pavimentos			1464.06 m2
Reposición de Veredas			218.45 m2
Reposición de Sardineles			9.00 m2
			0.61 ha

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se obtuvo la huella correspondiente al área consumida por la obra.

Tabla 30 HE Superficie Construida Urb. El Ingeniero I

S	*Superficie construida (ha)*		***0.61 ha***
FE_SC	*Factor de equivalencia de la superficie*		***2.51***
HE Superficie construida =		1.531	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Huella Ecológica Total de obra

Se recogió los resultados cada uno de los aspectos analizados para poder calcular la huella ecológica total de la obra. Como resultado de obtuvo que la huella más alta fue la de los residuos seguida por lado de alimentos así mismo la más baja fue la huella de electricidad.

Tabla 31 HE Total Urb. El Ingeniero I

RESULTADOS DE HUELLA ECOLOGICA TOTAL DE OBRA		
URB. EL INGENIERO I		
COMBUSTIBLE	22.2968 hag	2.19879%
ELECTRICIDAD	0.0001 hag	0.00001%
AGUA	1.0026 hag	0.09887%
ALIMENTOS	38.3220 hag	3.77911%
TRANSPORTE	0.3645 hag	0.03595%
MATERIALES	35.6979 hag	3.52034%
RESIDUOS	914.8322 hag	90.21592%
SUPERFICIE CONSTRUIDA	1.5312 hag	0.15100%
	1014.0474 hag	

Fuente: Elaboración propia.

4.2. P.J. San Nicolás

4.2.1. Huella Ecológica del consumo del Combustible

Para este cálculo se hizo un análisis de la cantidad de maquinaria presente en el expediente y se seleccionó aquella maquinaria que funciona por medio del uso de combustible, así como las horas de trabajo de cada una. Se consultó el consumo de combustible por hora de trabajo para poder calcular la cantidad total de litros considerando un desperdicio de 10%. Se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 32 Listado de maquinaria P.J. San Nicolás

Listado de maquinaria

Maquinaria con consumo de combustible	Unidad	Cantidad	Consumo de maquinaria		Consumo total de combustible
CAMION DE 20-30 Ton	hm	16.00	8.790 gal/h	33.27 l/h	532.380 l
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	188.95	8.790 gal/h	33.27 l/h	6287.004 l
CAMIONETA PICK UP 1TON	hm	7.50	2.100 gal/h	7.95 l/h	59.620 l
CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 y d3	hm	39.84	4.600 gal/h	17.41 l/h	693.722 l
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	70.71	0.300 gal/h	1.14 l/h	80.305 l
COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	84.00	2.400 gal/h	9.08 l/h	763.139 l
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	103.06	0.480 gal/h	1.82 l/h	187.264 l
MINICARGADOR 54KW 3TN	hm	1078.61	1.790 gal/h	6.78 l/h	7308.557 l
MOTOBOMBA DE 2" (5HP)	día	1.40		1.50 l/h	16.750 l
MOTOBOMBA DE 6" (20 HP) INC ACCESORIOS	hm	29.54	1.200 gal/h	4.54 l/h	134.176 l
RETROEXCAVADORA 0.5-0.75 YD3 62HP	hm	169.36	3.000 gal/h	11.36 l/h	1923.292 l
RODILLO BERMERO 0.80 - 1.10 Ton CONTROL REMOTO O MANUAL	hm	616.83	0.260 gal/h	0.98 l/h	607.090 l
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	20.69	36.901 gal/h	139.69 l/h	2889.516 l
			Consumo teórico total en obra		***21482.815 l***
			Desperdicio considerado en obra		***214.828 l***
			Consumo total de combustible en litros		***21697.643 l***

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la productividad del combustible se encuentra en el Anexo N°5. Como resultado se obtuvo para la huella ecológica del consumo de combustible.

Tabla 33 HE Combustible P.J. San Nicolás

Cantidad de combustible	*21697.643*	*L*
Factor de conversión energía	*35.000*	*MJ/L*
C	*759.418*	*GJ*
Pc	*71.281*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE combustible=	13.424	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Huella Ecológica del consumo de Electricidad

Para el consumo de electricidad se seleccionó aquella maquinaria que trabaja haciendo uso de energía eléctrica, se consultó su consumo en kW para cada una y las horas de trabajo considerando un desperdicio de 10% para poder calcular el consumo total en Kwh:

Tabla 34 Listado de maquinaria eléctrica P.J. San Nicolás

Listado de maquinaria

Maquinaria con consumo de electricidad	Unidad	Cantidad	Consumo de maquinaria	Consumo total de electricidad
AMOLADORA DE 6"	día	5.28	0.762 gal/h	32.161 l
ESTACION TOTAL	día	13.71	0.040 gal/h	4.386 l
			Consumo teórico total de electricidad en otra	***36.55 kWh***
			Desperdicio considerado en obra	***38.37 kWh***
			Consumo total en KHW	***74.92 kWh***

Fuente: Elaboración propia.

La productividad energética del agua para la energía eléctrica se encuentra en el Anexo N°6. Con el consumo total de energía en kwh se obtuvo como resultado:

Tabla 35 HE Electricidad P.J. San Nicolás

Consumo de electricidad	*74.920*	*Kwh*
Factor conversión Kwh	*0.004*	*GJ/Kwh*
C	*0.270*	*GJ*
Pc	*973.171*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE electricidad =	0.000349	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Huella Ecológica del consumo de Agua

Para el cálculo del consumo de agua se toma en cuenta dos tipos de consumo, el que está dado por la cantidad de obra que se usa en obra netamente para los procesos constructivos de cada partida la cual se obtiene del listado de insumos.

Tabla 36 Cantidad de Agua en expediente técnico P.J. San Nicolás

Materiales	Unidad	Cantidad
AGUA	m3	844.00

Fuente: Elaboración propia.

Además, se considera como otro tipo de consumo, el de la mano, refiriéndose al agua que beben y la que se usa para su higiene personal, el cual viene dado por la cantidad de trabajadores promedio por día, cantidad de días de trabajo y el consumo en m3 estimado de una persona por jornada laboral.

Tabla 37 Cantidad de Agua para consumo de mano de obra P.J. San Nicolás

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Duración de obra	Personas x día
OFICIAL	hh	1445.54	150	1.20
OPERARIO	hh	2057.14		1.71
PEON	hh	7421.21		6.18
TOPOGRAFO	hh	109.64		0.09
		Promedio de trabajadores por día		***9.195***
		Agua de consumo personal por trabajador m3		***0.015***
		Agua total de consumo personal de mano de obra m3		***20.688***

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el total del consumo de agua directo se obtuvo como huella ecológica el siguiente valor.

Tabla 38 HE agua P.J. San Nicolás

C	*864.688*	*m3*
Pc	*1500.000*	*m3/ha*
HE AGUA =	0.726338	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Huella Ecológica del consumo de Alimentos de la Mano de Obra

Debido a que la obra está localizada en la ciudad de Chiclayo, como primer paso se calcula la cantidad de cada tipo de alimento con su porcentaje representativo según la alimentación que se da en la ciudad, obteniendo los siguientes porcentajes.

Tabla 39 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo

Alimentos	% Alimentos
Cereales	30
Carnes	25
Legumbres, raíces y tubérculo	18
Pescado	10
Bebidas	8
Aceites	7
Lácteos	1
Azúcar	1

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de los alimentos se obtuvo primero la huella fósil de cada uno de los alimentos, esta representa la huella que se emite para la recolección, tratamiento y transporte de cada uno de ellos. Se obtuvo que la mayor huella fósil está dada por los cereales y las carnes que son los principales componentes en un plato de almuerzo de la ciudad de Chiclayo.

Tabla 40 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos

Cálculo de la huella fósil de todos los alimentos					
	= ——— [Σ%(———]-)—				
				Huella fósil	% Alimentos
Hecf	Huella Fósil total (hag/comida)			Cereales	0.00071
%alim	Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)			Carnes	0.00042
Cs	Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.			Legumbres, r, t	0.00036
Ci	Consumo en toneladas por cada	S/. 1,000.00		Pescado	0.00020
Iei	Intensidad energética (GJ/t)			Bebidas	0.00006
FE_B	Factor de equivalencia bosque	1.26		Aceites	0.00008
Pc	Productividad del petróleo	71 GJ/ha		Lácteos	0.00006
				Azúcar	0.00002
				Total	0.00192

Fuente: Elaboración propia.

Luego es necesario cambien calcular la huella que emite cada alimento según el área de donde se consume cada uno de ellos.

Se calculó la huella ecológica de pastos para las carnes y lácteos con los siguientes resultados:

Tabla 41 Calculo de la Huella Ecológica de pastos

Cáculo de huella ecologica de					
	= ——— [% ———]				
He pas	Huella Ecológica de pastos			Huella pastos	hag/comida
%alim	Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)			Carnes	0.00015
Cs	Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.			Lácteos	0.00014
Ci	Consumo en toneladas por cada	S/. 1,000.00		Total	0.00029
Pni	Productividades naturales de cada alimento				
FE pas	Factor de equivalencia de pasto	0.46			

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró la huella ecológica de mar para el consumo de pescado en la alimentación de mano de obra.

Tabla 42 Cálculo de la Huella Ecológica de mar

Cáculo de huella ecologica de						
	= ⎡ % ⎤					
He mar	*Huella Ecológica de mar (hag/comida)*				**Huella mar**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*				Pescado	0.00143
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*				***Total***	0.00143
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***				
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*					
FE mar	*Factor de equivalencia de mar*	***0.37***				

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calculó la huella ecológica de las tierras de cultivo que es donde provienen la mayoría de los alimentos tales como cereales, legumbres, bebidas, aceites y azúcar. Se obtuvo como resultado que los cereales son los que poseen el consumo hag/comida más alto.

Tabla 43 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo

Cáculo de huella ecologica de tierras de cultivo						
	= ⎡ % ⎤					
HE cul	*Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)*				**Huella cultivos**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*				Cereales	0.00298
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*				Legumbres, raíces y	0.00077
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***			Bebidas	0.00006
Pn i	*Productividades naturales de cada alimento*				Aceites	0.00019
FE cul	*Factor de equivalencia de tierras de*	***2.51***			Azúcar	0.00004
					Total	0.00403

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante para el cálculo de la alimentación de la mano de obra es conocer la cantidad de horas que trabajan cada persona durante la obra, de donde se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 44 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra P.J. San Nicolás

MANO DE OBRA	Und	Cant
OFICIAL	hh	1445.538702
OPERARIO	hh	2057.135035
PEON	hh	7421.21127
TOPOGRAFO	hh	109.6408

Fuente: Elaboración propia.

También se tomó en cuenta el personal de ingeniería y de administración de la obra.

Tabla 45 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración P.J. San Nicolás

INGENIERIA	Horas totales
ING. RESIDENTE DE OBRA (Jefe Proy.)	960.00
ESPECIALISTA EN CALIDAD	960.00
ESPECIALISTA AMBIENTAL	960.00
ESPECIALISTA EN SEGURIDAD EN OBRA Y SALUD	960.00
MAESTRO DE	960.00
INGENIERO SANITARIO	3840.00
ADMINISTRACION	**Horas totales**
GERENTE DE OBRA (Administrador de Contrato)	960.00
ALMACENERO	960.00
GUARDIAN	960.00
	11520.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 Número total de horas trabajadas P.J. San Nicolás

Numero total de horas trabajadas:	***22,553.53 h***

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la huella ecológica de los alimentos para la obra de P.J. San Nicolás.

Tabla 47 HE del consumo de alimentos P.J. San Nicolás

RESULTADOS	
HE FOSIL	5.413 hag
HE PASTOS	0.814 hag
HE MAR	4.029 hag
HE CULTIVOS	11.369 hag
HE TOTAL DE ALIMENTOS	**21.625 hag**

Fuente: Elaboración propia.

4.2.5. Huella Ecológica del Transporte de la Mano de Obra

Para el cálculo de esta huella se necesita plantear una distancia promedio del viaje que realizarán los trabajadores diariamente hasta el lugar de trabajo, en este caso el P.J. San Nicolás. Esta fue calculada desde 4 zonas representativas como son: José Leonardo Ortiz, La Victoria, Cruz de la Esperanza y Campodónico; para obtener una distancia representativa promedio del recorrido que se realizará por cada trabajador. El cálculo detallado de este valor se encuentra en el Anexo N°9.

Tabla 48 Distancia promedio P.J. San Nicolás

- Hipótesis de distancia		
	3.91	*Promedio de distancias a obra (km)*

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante estimar es el tipo de vehículo en el que el personal se moviliza pues este determinará de manera significativa el consumo de combustible que será un dato necesario para el cálculo de la huella. Se obtuvo que el principal vehículo que se usa para la movilización de la mano de obra es la moto taxi con un alto porcentaje de 70%.

Tabla 49 Uso de transporte de trabajadores P.J. San Nicolás

Tipo de vehículo	% porcentaje de
Moto lineal	*10*
Mototaxi	*70*
Transporte público	*15*
Auto/taxi	*5*

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados es posible calcular la cantidad de combustible que se usa para el transporte de los trabajadores diariamente.

Tabla 50 Consumo de combustible para el transporte P.J. San Nicolás

	VEHÍCULO EN EL QUE SE	% (PORCENTAJ	NÚMERO DE PERSONAS QUE VAJAN	OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS POR VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS POR	DISTANCIA TOTAL	CONSUMO (L/100km)	CONSUMO EN L POR DIA	TIPO DE COMBUSTIBL
30 trabajadores	*MOTO LINEAL*	*10*	*3*	*2*	*1.5*	*11.725*	*3.031*	*0.355*	*gasolina*
	MOTOTAXI	*70*	*21*	*4*	*5.25*	*41.038*	*3.031*	*1.244*	*gasolina*
	SERVICIO PÚBLICO	*15*	*4.5*	*3*	*1.5*	*11.725*	*11.5*	*1.348*	*petróleo*
	AUTO	*5*	*1.5*	*4*	*0.375*	*2.931*	*7.88*	*0.231*	*gasolina*

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la HE relacionada al transporte de la mano de obra para la obra analizada.

Tabla 51 HE Transporte P.J. San Nicolás

C	Consumo en L	**3.18**
	Consumo en GJ	***0.12 GJ***
FE_B	*Factor de equivalencia de los bosques*	***1.26***
HE_pc	*Huella Ecológica relacionada a movilidad hag*	
T_t	*Tiempo total de duración de la obra en días*	**120**
Huella Ecológica relacionada al transporte		***0.260***

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Huella Ecológica de los Materiales

Para el cálculo de la HE de los materiales se hizo un análisis de todos los materiales utilizados en la obra calculando el peso de cada uno de ellos. Se obtuvo que, del peso total de todos los materiales, el que ocupa el mayor porcentaje fueron los áridos y piedras.

Tabla 52 Incidencia de materiales según peso P.J. San Nicolás

PORCENTAJE DE PESO SEGÚN MATERIAL		
AISLANTES	4152.25 kg	0.139077%
MORTEROS	41127.30 kg	1.377532%
ARIDOS Y PIEDRAS	2735756.07 kg	91.632348%
PINTURAS	247.14 kg	0.008278%
PLASTICOS	1329.82 kg	0.044542%
HORMIGONES	52230.36 kg	1.749422%
MADERAS	75049.52 kg	2.513734%
VARIOS	111.56 kg	0.003737%
METALES	5390.32 kg	0.180545%
MORTEROS mod	43116.33 kg	1.444153%
PLÁSTICOS mod	26502.58 kg	0.887686%
METALES mod	366.33 kg	0.012270%
GRASAS Y ACEITES mod	199.34 kg	0.006677%

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis de cada uno de los materiales y las emisiones de CO2 correspondientes de cada uno se halló que los áridos y piedras son los que general la mayor huella ecológica, seguidos por los plásticos modificados, además las maderas utilizadas en obra tienen una huella negativa debido a que sus emisiones de CO2 son negativas. Los valores de emisiones de cada material se encuentran en el Anexo N°7.

Tabla 53 HE Transporte Urb. El Ingeniero I

MATERIAL	HE
AISLANTES	2.0976 hag
MORTEROS	0.0156 hag
ARIDOS Y PIEDRAS	1.1137 hag
PINTURAS	0.0823 hag
PLASTICOS	0.3831 hag
HORMIGONES	1.0020 hag
MADERAS	-16.0291 hag
VARIOS	0.0364 hag
METALES	1.3916 hag
MORTEROS mod	6.1802 hag
PLÁSTICOS mod	10.0752 hag
METALES mod	0.2393 hag
GRASAS Y ACEITES mod	0.0288 hag
HE Materiales	6.617 hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7. Huella Ecológica de los Residuos

Para el cálculo de la huella ecológica de residuos se consideran dos tipos: residuos urbanos generados por la mano de obra y residuos de construcción y demolición.

Para la huella de los residuos urbanos es necesario conocer la densidad de los residuos generación por la población en Chiclayo, brindada por el MINAM; y la composición física de los residuos, brindada por el PIGARS de Chiclayo, siendo el principal componente la materia organice.

Tabla 54 Cálculo de RSU P.J. San Nicolás

RESIDUOS_SOLIDOS					
	$RSU_R = N$			$RSU_i = C_i \cdot m_i \cdot RSU_R$	
G_RSU	Generación media RSU	0.208 Ton/Trabajador/Año	C_i	Consumo (Tn)	
N_t	Número de trabajadores	12 Trabajadores/Dia	m_i	Porcentaje representativo	
d	Duración de la obra (años)	0.33 Años	P_RSU	Peso total RSU (tn)	
P_RSU	Peso total RSU (tn)	0.82 Tn			
	RSU	Peso	RSU	PORCENTAJE	
	MATERIA ORGÁNICA	0.56 Tn	MATERIA ORGANICA	68.765	
	PAPEL	0.06 Tn	PAPEL	6.858	
	PLÁSTICOS	0.07 Tn	PLÁSTICOS	8.663	
	VIDRIO	0.02 Tn	VIDRIO	2.110	

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado para el calculo de los RCD se analizó los residuos generados en las obras evaluadas, los cuales fueron brindados por el sustento de metrados para poder calcular la densidad del RCD y la composición de este.

Tabla 55 Densidad RCD P.J. San Nicolás

	R1	R2	R3	R4	Promedio	Total de residuo m3	Densidad kg/m3	Peso kg	
Acero	0.45%	0.17%	0.11%	0.94%	0.42%	57.36	7850.00	450243.08	
Concreto y Asfalto	10.04%	3.44%	2.71%	6.88%	5.77%	785.40	2400.00	1884971.99	
Tierra de Excavación	78.38%	90.04%	66.14%	91.21%	81.44%	11088.37	1700.00	18850236.44	
Tubos de PVC	3.29%	4.39%	24.42%	0.05%	8.04%	1094.44	1400.00	1532216.26	
Otros	7.84%	1.94%	6.61%	0.91%	4.33%	589.12	660.00	388820.85	
						13614.70		23106488.62	Total en kg
								23106.49	Total en ton
								1.70	Densidad ton/m3

Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores fue posible el análisis de los RCD donde se tiene como resultado que el mayor volumen de RCD está dado por las tierras de excavación.

Tabla 56 Volumen de RCD P.J. San Nicolás

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN				
RCD (Según el tipo de Construcción)			Tipo de Construcción	Ratio m3/m2 RCD
Tipo	M3 RCD		Infra. De Carreteras	1.56 m3/m2 construido
Demolición	174.06 m³		Obras de rehabilitación	0.57 m3/m2 construido
Área Construida Total	0.00 m³		Construcción de obra nueva	0.14 m3/m2 construido
Tierras de Excavación	2,417.85 m³		Demolición Completa	1.22 m3/m2 construido
TOTAL	2,591.91 m³		Demolición de naves ind.	1.19 m3/m2 construido

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvieron los resultados de la huella de residuos generados por la obra de P.J. San Nicolás donde la huella mas alta fue generada por los RCD mientras que en los RSU la huella mas alta fue generada por los residuos organicos.

Tabla 57 HE Residuos P.J. San Nicolás

ORGÁNICO	0.25 hag		
PAPEL	0.04 hag		RCD
PLÁSTICO	0.06 hag		479.44 hag
VIDRIO	0.03 hag		
HE RESIDUOS =		479.82	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.8. Huella Ecológica de la Superficie Construida

Para calcular la superficie construida se revisó los metrados y partidas del expediente que brindan el área de excavación y relleno para la rehabilitación de las redes de agua potable y alcantarillado, así mismo el área de reposición de veredas.

Tabla 58 Área Construida P.J. San Nicolás

ALCANTARILLADO			
Redes de Conexión	982.60	0.80	786.08 m2
Redes de Conexión	342.90	1.00	342.90 m2
Conexiones Domiciliarias	1,013.07	0.60	607.84 m2
AGUA POTABLE			
Redes de Conexión	1,296.99	0.60	778.19 m2
Conexiones Domiciliarias	934.14	0.40	373.66 m2
Reposición de Veredas			84.40 m2
			0.30 ha

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se obtuvo la huella correspondiente al área consumida por la obra.

Tabla 59 HE Superficie Construida P.J. San Nicolás

S	*Superficie construida (ha)*		***0.30 ha***
FE_SC	*Factor de equivalencia de la superficie construida*		***2.51***
HE superficie construida =		0.746	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.2.9. Huella Ecológica Total de obra

Se recogió los resultados cada uno de los aspectos analizados para poder calcular la huella ecológica total de la obra. Como resultado de obtuvo que la huella más alta fue la de los residuos seguida por la de combustible, así mismo la más baja fue la huella de electricidad.

Tabla 60 HE Total P.J. San Nicolás

RESULTADOS DE HUELLA ECOLOGICA TOTAL DE OBRA		
P.J. SAN NICOLÁS		
COMBUSTIBLE	13.4239 hag	1.32379%
ELECTRICIDAD	0.0003 hag	0.00003%
AGUA	0.7263 hag	0.07163%
ALIMENTOS	21.6254 hag	2.13258%
TRANSPORTE	0.2596 hag	0.02560%
MATERIALES	6.6167 hag	0.65250%
RESIDUOS	793.2846 hag	78.22954%
SUPERFICIE CONSTRUIDA	0.7462 hag	0.07359%
	836.6830 hag	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.UPIS Cruz del Perdón

4.3.1. Huella Ecológica del consumo del Combustible

Para este cálculo se hizo un análisis de la cantidad de maquinaria presente en el expediente y se seleccionó aquella maquinaria que funciona por medio del uso de combustible, así como las horas de trabajo de cada una. Se consultó el consumo de combustible por hora de trabajo para poder calcular la cantidad total de litros considerando un desperdicio de 10%. Se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 61 Listado de Maquinaria UPIS Cruz del Perdón

Listado de maquinaria					
Maquinaria con consumo de combustible	**Unidad**	**Cantidad**	**Consumo de maquinaria**		**Consumo total de combustible**
CAMION VOLQUETE 15 M3.	hm	352.48	8.790 gal/h	33.27 l/h	11728.305 l
CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75	hm	93.96	2.800 gal/h	10.60 l/h	995.860 l
CAMIONETA PICK-UP 4x2 107HP 1 TON.	hm	2.40	2.100 gal/h	7.95 l/h	19.078 l
COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 7 HP	hm	329.25	0.300 gal/h	1.14 l/h	373.902 l
COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175 PCM	hm	245.00	2.000 gal/h	7.57 l/h	1854.821 l
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	131.18	0.872 gal/h	3.30 l/h	432.892 l
MINICARGADOR 70HP 0.5 Yd3	hm	798.10	1.790 gal/h	6.78 l/h	5407.865 l
MOTOBOMBA 17 HP 6" (Inc. Combustible)	hm	149.84	1.200 gal/h	4.54 l/h	680.636 l
RETROEXCAVADOR S/LLANTAS 58 HP 1 YD3.	hm	313.62	3.000 gal/h	11.36 l/h	3561.485 l
RODILLO BERMERO 0.80-1.10 Ton CONTROL	hm	579.68	0.260 gal/h	0.98 l/h	570.521 l
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP	hm	36.90	0.396 gal/h	1.50 l/h	55.352 l
		Consumo teórico total en			***25680.716 l***
		Desperdicio considerado en			***256.807 l***
		Consumo total de combustible en			***25937.524 l***

Fuente: Elaboración propia.

Además, se encontró que en el expediente se contempla como insumo el uso de combustibles.

Tabla 62 Cantidad de combustible como insumo UPIS Cruz del Perdón

Insumos	Unidad	Cantidad
COMBUSTIBLE	gln	2
PETROLEO	gln	15.249
Consumo teórico total en galones		***17.25***
Desperdicio considerado en		***0.17***
Consumo total de combustible en		***17.42***

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la productividad del combustible se encuentra en el Anexo N°5. Como resultado se obtuvo para la huella ecológica del consumo de combustible.

Tabla 63 HE Combustible UPIS Cruz del Perdón

Cantidad de combustible	*25954.945*	*L*
Factor de conversión energía	*35.000*	*MJ/L*
C	*908.423*	*GJ*
Pc	*71.281*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE combustible=	16.058	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Huella Ecológica del consumo de Electricidad

Para el consumo de electricidad se seleccionó aquella maquinaria que trabaja haciendo uso de energía eléctrica, se consultó su consumo en kW para cada una y las horas de trabajo considerando un desperdicio de 10% para poder calcular el consumo total en Kwh:

Tabla 64 Listado de maquinaria eléctrica UPIS Cruz del Perdón

Maquinaria con consumo de	Unidad	Cantidad	Consumo de maquinaria	Consumo total de electricidad
AMOLADORA DE 6"	DIA	7.62	0.762 gal/h	46.485 l
EQUIPO TOPOGRAFICO	hm	205.33	0.040 gal/h	8.213 l
		Consumo teórico total de electricidad en		***54.70 kWh***
			Desperdicio considerado en	***57.43 kWh***
			Consumo total en	***112.13 kWh***

Fuente: Elaboración propia.

La productividad energética del agua para la energía eléctrica se encuentra en el Anexo N°6. Con el consumo total de energía en kwh se obtuvo como resultado:

Tabla 65 HE Electricidad UPIS Cruz del Perdón

Consumo de electricidad	*112.131*	*Kwh*
Factor conversión Kwh	*0.004*	*GJ/Kwh*
C	*0.404*	*GJ*
Pc	*973.171*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE electricidad =	0.000523	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Huella Ecológica del consumo de Agua

Para el cálculo del consumo de agua se toma en cuenta dos tipos de consumo, el que está dado por la cantidad de obra que se usa en obra netamente para los procesos constructivos de cada partida la cual se obtiene del listado de insumos.

Tabla 66 Cantidad de Agua en expediente técnico UPIS Cruz del Perdón

Materiales	Unidad	Cantidad
AGUA	m3	1265.68

Fuente: Elaboración propia.

Además, se considera como otro tipo de consumo, el de la mano, refiriéndose al agua que beben y la que se usa para su higiene personal, el cual viene dado por la cantidad de trabajadores promedio por día, cantidad de días de trabajo y el consumo en m3 estimado de una persona por jornada laboral.

Tabla 67 Cantidad de agua para consumo de mano de obra UPIS Cruz del Perdón

Mano de obra	Unidad	Cantidad	Duración de obra	Personas x día
OFICIAL	hh	2318.78	120	2.42
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	13.33		0.01
OPERARIO	hh	2640.26		2.75
PEON	hh	10565.06		11.01
TOPOGRAFO	hh	205.33		0.21
		Promedio de trabajadores por día		***16.399***
		Agua de consumo personal por trabajador m3		***0.015***
		Agua total de consumo personal de mano de obra m3		***29.518***

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el total del consumo de agua directo se obtuvo como huella ecológica el siguiente valor.

Tabla 68 HE agua UPIS Cruz del Perdón

C	1295.198	m3
Pc	1500.000	m3/ha
HE AGUA =	1.087966	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. Huella Ecológica del consumo de Alimentos de la Mano de Obra

Debido a que la obra está localizada en la ciudad de Chiclayo, como primer paso se calcula la cantidad de cada tipo de alimento con su porcentaje representativo según la alimentación que se da en la ciudad, obteniendo los siguientes porcentajes.

Tabla 69 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo

Alimentos	% Alimentos
Cereales	30
Carnes	25
Legumbres, raíces y tubérculo	18
Pescado	10
Bebidas	8
Aceites	7
Lácteos	1
Azúcar	1

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de los alimentos se obtuvo primero la huella fósil de cada uno de los alimentos, esta representa la huella que se emite para la recolección, tratamiento y transporte de cada uno de ellos. Se obtuvo que la mayor huella fósil está dada por los cereales y las carnes que son los principales componentes en un plato de almuerzo de la ciudad de Chiclayo.

Tabla 70 Calculo de la Huella Fósil de Alimentos

Cálculo de la huella fósil de todos los alimentos					
				Huella fósil	% Alimentos
Hecf	*Huella Fósil total (hag/comida)*			Cereales	0.00071
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Carnes	0.00042
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			Legumbres, r, t	0.00036
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***		Pescado	0.00020
Iei	*Intensidad energética (GJ/t)*			Bebidas	0.00006
FE_B	*Factor de equivalencia bosque*	**1.26**		Aceites	0.00008
Pc	*Productividad del petróleo*	***71 GJ/ha***		Lácteos	0.00006
				Azúcar	0.00002
				Total	0.00192

Fuente: Elaboración propia.

Luego es necesario cambien calcular la huella que emite cada alimento según el área de donde se consume cada uno de ellos.

Se calculó la huella ecológica de pastos para las carnes y lácteos con los siguientes resultados:

Tabla 71 Huella Ecológica de pastos

Cáculo de huella ecologica de					
				Huella pastos	hag/comida
He pas	*Huella Ecológica de pastos*			Carnes	0.00015
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Lácteos	0.00014
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			***Total***	0.00029
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***			
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*				
FE pas	*Factor de equivalencia de pasto*	***0.46***			

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró la huella ecológica de mar para el consumo de pescado en la alimentación de mano de obra.

Tabla 72 Cálculo de Huella Ecológica de mar

Cáculo de huella ecologica de						
	= ——[% / ——]					
He mar	*Huella Ecológica de mar (hag/comida)*				**Huella mar**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*				Pescado	0.00143
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*				***Total***	0.00143
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***				
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*					
FE mar	*Factor de equivalencia de mar*	***0.37***				

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calculó la huella ecológica de las tierras de cultivo que es donde provienen la mayoría de los alimentos tales como cereales, legumbres, bebidas, aceites y azúcar. Se obtuvo como resultado que los cereales son los que poseen el consumo hag/comida más alto.

Tabla 73 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo

Cáculo de huella ecologica de tierras de cultivo						
	= ——[% / ——]					
HE cul	*Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)*				**Huella cultivos**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*				Cereales	0.00298
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*				Legumbres, raíces y	0.00077
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***			Bebidas	0.00006
Pn i	*Productividades naturales de cada alimento*				Aceites	0.00019
FE cul	*Factor de equivalencia de tierras de*	***2.51***			Azúcar	0.00004
					Total	0.00403

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante para el cálculo de la alimentación de la mano de obra es conocer la cantidad de horas que trabajan cada persona durante la obra, de donde se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 74 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra UPIS Cruz del Perdón

Mano de obra	Unidad	Cantidad
OFICIAL	hh	2318.78
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	13.33
OPERARIO	hh	2640.26
PEON	hh	10565.06
TOPOGRAFO	hh	205.33

Fuente: Elaboración propia.

También se tomó en cuenta el personal de ingeniería y de administración de la obra.

Tabla 75 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración UPIS Cruz del Perdón

INGENIERIA	Horas totales
INGENIERO RESIDENTE DE OBRA	960.00
ESPECIALISTA DE CALIDAD	960.00
ESPECIALISTA AMBIENTAL	960.00
ESPECIALISTA EN SEGURIDAD DE OBRA Y SALUD OCUPACIONAL	960.00
MAESTRO DE OBRA	960.00
ADMINISTRACION	Horas totales
GERENTE OBRA (ADMINISTRADOR DEL CONTRATO)	960.00
CONTADOR	480.00
ENCARGADO DE ALMACEN Y PERSONAL	960.00
CHOFER	192.00
PERSONAL DE LIMPIEZA	480.00
GUARDIAN	960.00
	8832.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76 Número total de horas trabajadas UPIS Cruz del Perdón

Numero total de horas trabajadas:	***24,574.77 h***

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la huella ecológica de los alimentos para la obra de P.J. San Nicolás.

Tabla 77 HE Alimentos UPIS Cruz del Perdón

RESULTADOS	
HE FOSIL	5.899 hag
HE PASTOS	0.887 hag
HE MAR	4.390 hag
HE CULTIVOS	12.388 hag
HE TOTAL DE ALIMENTOS	**23.563 hag**

Fuente: Elaboración propia.

4.3.5. Huella Ecológica del Transporte de la Mano de Obra

Para el cálculo de esta huella se necesita plantear una distancia promedio del viaje que realizarán los trabajadores diariamente hasta el lugar de trabajo, en este caso la UPIS Cruz del Perdón. Esta fue calculada desde 4 zonas representativas como son: José Leonardo Ortiz, La Victoria, Cruz de la Esperanza y Campodónico; para obtener una distancia representativa promedio del recorrido que se realizará por cada trabajador. El cálculo de esta distancia se encuentra en el Anexo N°10.

Tabla 78 Distancia promedio UPIS Cruz del Perdón

- Hipótesis de distancia		
	4.56	*Promedio de distancias a obra (km)*

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante estimar es el tipo de vehículo en el que el personal se moviliza pues este determinará de manera significativa el consumo de combustible que será un dato necesario para el cálculo de la huella. Se obtuvo que el principal vehículo que se usa para la movilización de la mano de obra es la moto taxi con un alto porcentaje de 70%.

Tabla 79 Uso de transporte de trabajadores UPIS Cruz del Perdón

Tipo de vehículo	% porcentaje de trabajadores	Capacidad del vehículo
Moto lineal	*10*	*2*
Mototaxi	*70*	*4*
Transporte público	*15*	*3*
Auto/taxi	*5*	*4*

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados es posible calcular la cantidad de combustible que se usa para el transporte de los trabajadores diariamente.

Tabla 80 Consumo de combustible para el transporte UPIS Cruz del Perdón

	VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA	% (PORCENTAJE)	NÚMERO DE PERSONAS QUE VIAJAN	OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS	NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	CONSUMO (L/100km)	CONSUMO EN L POR DIA
33 trabajadores	MOTO LINEAL	10	3.3	2	1.65	15.043	3.031	0.456
	MOTOTAXI	70	23.1	4	5.775	52.649	3.031	1.596
	SERVICIO PÚBLICO	15	4.95	3	1.65	15.043	11.5	1.730
	AUTO	5	1.65	4	0.4125	3.761	7.88	0.296

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la HE relacionada al transporte de la mano de obra para la obra analizada.

Tabla 81 HE Transporte UPIS Cruz del Perdón

P_c	*Productividad energética del combustible*	***71 GJ/ha***	
	Consumo en L	**4.08**	
C	*Consumo en GJ*	***0.16 GJ***	
FE_B	*Factor de equivalencia de los bosques*	***1.26***	
HE_pc	*Huella Ecológica relacionada a movilidad hag*		
T_t	*Tiempo total de duración de la obra en días*	**120**	
Huella Ecológica relacionada al transporte		**0.3330 hag**	

Fuente: Elaboración propia.

4.3.6. Huella Ecológica de los Materiales

Para el cálculo de la HE de los materiales se hizo un análisis de todos los materiales utilizados en la obra calculando el peso de cada uno de ellos. Se obtuvo que, del peso total de todos los materiales, el que ocupa el mayor porcentaje fueron los áridos y piedras.

Tabla 82 Incidencia de materiales según peso UPIS Cruz del Perdón

PORCENTAJE DE PESO SEGÚN MATERIAL		
AISLANTES	6178.42 kg	0.100383%
MORTEROS	2386.96 kg	0.038782%
ARIDOS Y	5775876.34 kg	93.843118%
PINTURAS	80.76 kg	0.001312%
PLASTICOS	3244.41 kg	0.052713%
HORMIGONES	113132.24 kg	1.838108%
MADERAS	149342.91 kg	2.426438%
VARIOS	6.52 kg	0.000106%
METALES	7475.75 kg	0.121462%
MORTEROS	47910.82 kg	0.778427%
PLÁSTICOS	47575.16 kg	0.772974%
METALES mod	1021.73 kg	0.016601%
GRASAS Y ACEITES	589.39 kg	0.009576%

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis de cada uno de los materiales y las emisiones de CO2 correspondientes de cada uno se halló que los áridos y piedras son los que general la mayor huella ecológica, seguidos por los plásticos modificados, además las maderas utilizadas en obra tienen una huella negativa debido a que sus emisiones de CO2 son negativas. El valor de las emisiones de CO2 de cada material se encuentran especificados en el Anexo N°7.

Tabla 83 HE Materiales UPIS Cruz del Perdón

MATERIAL	HE
AISLANTES	3.1212 hag
MORTEROS	0.0009 hag
ARIDOS Y PIEDRAS	2.2471 hag
PINTURAS	0.0149 hag
PLASTICOS	0.9744 hag
HORMIGONES	2.1704 hag
MADERAS	-31.9031 hag
VARIOS	0.0021 hag
METALES	1.9268 hag
MORTEROS mod	6.8674 hag
PLÁSTICOS mod	18.1489 hag
METALES mod	0.3230 hag
GRASAS Y ACEITES mod	0.0852 hag
HE Materiales	3.979 hag

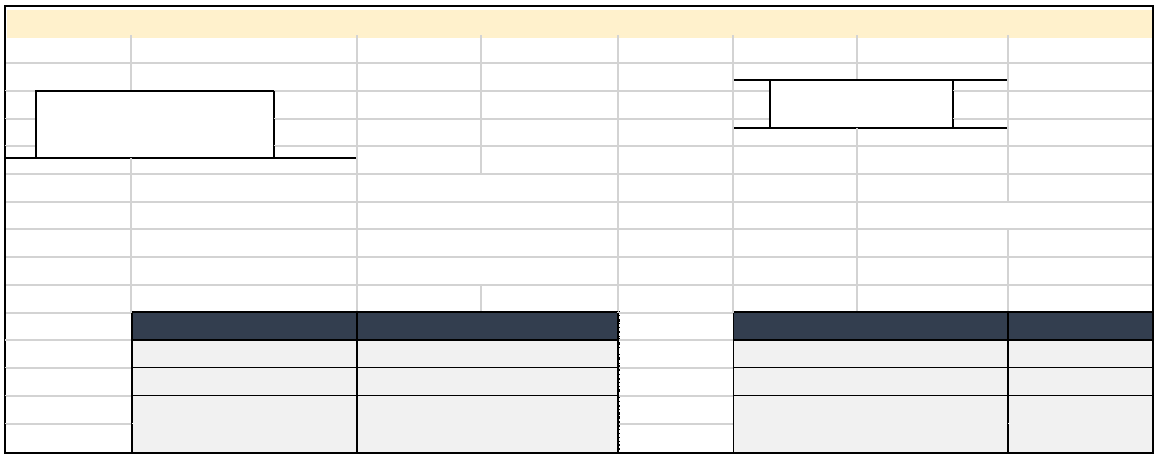
Fuente: Elaboración propia.

4.3.7. Huella Ecológica de los Residuos

Para el cálculo de la huella ecológica de residuos se consideran dos tipos: residuos urbanos generados por la mano de obra y residuos de construcción y demolición.

Para la huella de los residuos urbanos es necesario conocer la densidad de los residuos generación por la población en Chiclayo, brindada por el MINAM; y la composición física de los residuos, brindada por el PIGARS de Chiclayo, siendo el principal componente la materia organice.

Tabla 84 Cálculo de RSU UPIS Cruz del Perdón



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado para el calculo de los RCD se analizó los residuos generados en las obras evaluadas, los cuales fueron brindados por el sustento de metrados para poder calcular la densidad del RCD y la composición de este.

Tabla 85 Volumen RCD UPIS Cruz del Perdón

	R1	R2	R3	R4	Promedio	Total de residuo m3	Densidad kg/m3	Peso kg	
Acero	0.45%	0.17%	0.11%	0.94%	0.42%	57.36	7850.00	450243.08	
Concreto y Asfalto	10.04%	3.44%	2.71%	6.88%	5.77%	785.40	2400.00	1884971.99	
Tierra de Excavación	78.38%	90.04%	66.14%	91.21%	81.44%	11088.37	1700.00	18850236.44	
Tubos de PVC	3.29%	4.39%	24.42%	0.05%	8.04%	1094.44	1400.00	1532216.26	
Otros	7.84%	1.94%	6.61%	0.91%	4.33%	589.12	660.00	388820.85	
						13614.70		**23106488.62**	*Total en kg*
								23106.49	*Total en ton*
								1.70	*Densidad ton/m3*

Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores fue posible el análisis de los RCD donde se tiene como resultado que el mayor volumen de RCD está dado por las tierras de excavación.

Tabla 86 Volumen RCD UPIS Cruz del Perdón

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y					
	RCD (Según el tipo de Construcción)			Tipo de Construcción	Ratio m3/m2 RCD
	Tipo	M3 RCD		Infra. De Carreteras	1.56 m3/m2 construido
	Demolición	379.88 m³		Obras de rehabilitación	0.57 m3/m2 construido
	Área Construida Total	2,367.59 m³		Construcción de obra nueva	0.14 m3/m2 construido
	Tierras de Excavación	4,120.13 m³		Demolición Completa	1.22 m3/m2 construido
	TOTAL	6,867.60 m³		Demolición de naves ind.	1.19 m3/m2 construido

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvieron los resultados de la huella de residuos generados por la obra de UPIS Cruz del Perdón donde la huella mas alta fue generada por los RCD mientras que en los RSU la huella mas alta fue generada por los residuos organicos.

Tabla 87 HE Residuos UPIS Cruz del Perdón

ORGÁNICO	0.35 hag		
PAPEL	0.06 hag		RCD
PLÁSTICO	0.08 hag		1270.33 hag
VIDRIO	0.04 hag		
HE RESIDUOS =		1270.87	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.3.8. Huella Ecológica de la Superficie Construida

Para calcular la superficie construida se revisó los metrados y partidas del expediente que brindan el área de excavación y relleno para la rehabilitación de las redes de agua potable y alcantarillado, así mismo el área de reposición de veredas.

Tabla 88 Área Construida UPUS Cruz del Perdón

Alcantarillado			
Red de Conexión	1,872.97	0.80	1498.38 m2
Conexión Domiciliaria	1,388.69	0.60	833.21 m2
Agua Potable			
Red de Conexión	1,870.94	0.60	1122.56 m2
Conexión Domiciliaria	1,389.97	0.40	555.99 m2
Reposición de Veredas			143.52 m2
			0.42 ha

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se obtuvo la huella correspondiente al área consumida por la obra.

S	*Superficie construida (ha)*		0.42 ha
FE_SC	*Factor de equivalencia de la superficie construida*		2.51
HE superficie construida =		1.043	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.3.9. Huella Ecológica Total de obra

Se recogió los resultados cada uno de los aspectos analizados para poder calcular la huella ecológica total de la obra. Como resultado de obtuvo que la huella más alta fue la de los residuos seguida por la de combustible, así mismo la más baja fue la huella de electricidad.

Tabla 89 HE Total UPIS Cruz del Perdón

RESULTADOS DE HUELLA ECOLOGICA TOTAL DE OBRA		
UPIS CRUZ DEL PERDÓN		
COMBUSTIBLE	16.0578 hag	1.58353%
ELECTRICIDAD	0.0005 hag	0.00005%
AGUA	1.0880 hag	0.10729%
ALIMENTOS	23.5635 hag	2.32370%
TRANSPORTE	0.3330 hag	0.03284%
MATERIALES	3.9791 hag	0.39240%
RESIDUOS	1270.8711 hag	125.32660%
SUPERFICIE CONSTRUIDA	1.0426 hag	0.10281%
	1316.9355 hag	

Fuente: Elaboración propia.

4.4.UPIS San Miguel

4.4.1. Huella Ecológica del consumo del Combustible

Para este cálculo se hizo un análisis de la cantidad de maquinaria presente en el expediente y se seleccionó aquella maquinaria que funciona por medio del uso de combustible, así como las horas de trabajo de cada una. Se consultó el consumo de combustible por hora de trabajo para poder calcular la cantidad total de litros considerando un desperdicio de 10%. Se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 90 Listado de Maquinaria UPIS San Miguel

Listado de maquinaria

Maquinaria con consumo de combustible	Unidad	Cantidad	Consumo de maquinaria		Consumo total de combustible
CAMION CISTERNA	hm	52.96	5.590 gal/h	21.16 l/h	1120.599 l
CAMION VOLQUETE	hm	103.90	8.790 gal/h	33.27 l/h	3457.210 l
CARGADOR FRONTAL	hm	34.61	2.800 gal/h	10.60 l/h	366.816 l
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	566.83	0.300 gal/h	1.14 l/h	643.707 l
MARTILLO NEUMATICO	hm	53.94	1.400 gal/h	5.30 l/h	285.859 l
MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	66.81	0.872 gal/h	3.30 l/h	220.481 l
MINI CARGADOR BOB CAT 953	hm	193.79	1.790 gal/h	6.78 l/h	1313.102 l
MOTOBOMBA DE 6"	hm	49.08	1.200 gal/h	4.54 l/h	222.953 l
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS	hm	0.21	6.030 gal/h	22.83 l/h	4.751 l
RETROEXCAVADORA	hm	103.03	3.000 gal/h	11.36 l/h	1170.037 l
RODILLO TANDEM	hm	0.21	1.470 gal/h	5.56 l/h	1.158 l
VIBRADOR PARA CONCRETO	hm	50.81	36.901 gal/h	139.69 l/h	7097.778 l
			Consumo teórico total en obra		***15904.451 l***
			Desperdicio considerado en obra		***159.045 l***
			Consumo total de combustible en litros		***16063.495 l***

Fuente: Elaboración propia.

El cálculo de la productividad del combustible se encuentra en el Anexo N°5. Como resultado se obtuvo para la huella ecológica del consumo de combustible.

Tabla 91 HE Combustible UPIS San Miguel

Cantidad de combustible	*16063.495*	*L*
Factor de conversión energía	*35.000*	*MJ/L*
C	*562.222*	*GJ*
Pc	*71.281*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE combustible=	9.938	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2. Huella Ecológica del consumo de Electricidad

Para el consumo de electricidad se seleccionó aquella maquinaria que trabaja haciendo uso de energía eléctrica, se consultó su consumo en kW para cada una y las horas de trabajo considerando un desperdicio de 10% para poder calcular el consumo total en Kwh:

Tabla 92 Listado de Maquinaria eléctrica UPIS San Miguel

Maquinaria con consumo de electricidad	Unidad	Cantidad	Consumo de maquinaria	Consumo total de electricidad
TEODOLITO	hm	195.53	0.040 gal/h	7.821 l
NIVEL TOPOGRAFICO	he	195.53	0.040 gal/h	7.821 l
			Consumo teórico total de electricidad en otra	***15.64 kWh***
			Desperdicio considerado en obra	***16.42 kWh***
			Consumo total en KHW	***32.07 kWh***

Fuente: Elaboración propia.

La productividad energética del agua para la energía eléctrica se encuentra en el Anexo N°6. Con el consumo total de energía en kwh se obtuvo como resultado:

Tabla 93 HE Electricidad UPIS San Miguel

Consumo de electricidad	*32.067*	*Kwh*
Factor conversión Kwh	*0.004*	*GJ/Kwh*
C	*0.115*	*GJ*
Pc	*973.171*	*GJ/hag*
FE_B	*1.260*	*hag/ha*
Por lo tanto		
HE electricidad =	0.000149	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Huella Ecológica del consumo de Agua

Para el cálculo del consumo de agua se calcula los m3 cúbicos que se contemplan en el expediente según el costo de la partida de Suministro de Agua Potable.

Tabla 94 Cantidad de agua según suministro en expediente técnico UPIS San Miguel

Materiales	Unidad	Cantidad	precio
SC CONSUMO DE AGUA POTABLE	mes	2.50	300.00
		Cantidad de agua en m3	315.86

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el total del consumo de agua directo se obtuvo como huella ecológica el siguiente valor.

Tabla 95 HE agua UPIS San Miguel

C	*315.864*	*m3*
Pc	*1500.000*	*m3/ha*
HE AGUA =	0.265326	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.4.4. Huella Ecológica del consumo de Alimentos de la Mano de Obra

Debido a que la obra está localizada en la ciudad de Chiclayo, como primer paso se calcula la cantidad de cada tipo de alimento con su porcentaje representativo según la alimentación que se da en la ciudad, obteniendo los siguientes porcentajes.

Tabla 96 Porcentaje de Alimentos por plato de almuerzo

Alimentos	% Alimentos
Cereales	30
Carnes	25
Legumbres, raíces ytubérculo	18
Pescado	10
Bebidas	8
Aceites	7
Lácteos	1
Azúcar	1

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de los alimentos se obtuvo primero la huella fósil de cada uno de los alimentos, esta representa la huella que se emite para la recolección, tratamiento y transporte de cada uno de ellos. Se obtuvo que la mayor huella fósil está dada por los cereales y las carnes que son los principales componentes en un plato de almuerzo de la ciudad de Chiclayo.

Tabla 97 Cálculo de la huella Fósil de Alimentos

Cálculo de la huella fósil de todos los alimentos

				Huella fósil	% Alimentos
Hecf	*Huella Fósil total (hag/comida)*			Cereales	0.00071
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Carnes	0.00042
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			Legumbres, r, t	0.00036
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***		Pescado	0.00020
Iei	*Intensidad energética (GJ/t)*			Bebidas	0.00006
FE_B	*Factor de equivalencia bosque*	**1.26**		Aceites	0.00008
Pc	*Productividad del petróleo*	***71 GJ/ha***		Lácteos	0.00006
				Azúcar	0.00002
				Total	0.00192

Fuente: Elaboración propia.

Luego es necesario cambien calcular la huella que emite cada alimento según el área de donde se consume cada uno de ellos.

Se calculó la huella ecológica de pastos para las carnes y lácteos con los siguientes resultados:

Tabla 98 Cálculo de Huella Ecológica de pastos

Cáculo de huella ecologica de pastos					
	= [%]				
He pas	*Huella Ecológica de pastos (hag/comida)*			**Huella pastos**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Carnes	0.00015
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			Lácteos	0.00014
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***		***Total***	0.00029
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*				
FE pas	*Factor de equivalencia de pasto*	***0.46***			

Fuente: Elaboración propia.

Se consideró la huella ecológica de mar para el consumo de pescado en la alimentación de mano de obra.

Tabla 99 Cálculo de Huella Ecológica de mar

Cáculo de huella ecologica de mar					
	= [%]				
He mar	*Huella Ecológica de mar (hag/comida)*			**Huella mar**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*			Pescado	0.00143
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*			***Total***	0.00143
Ci	*Consumo en toneladas por cada*	***S/. 1,000.00***			
Pni	*Productividades naturales de cada alimento*				
FE mar	*Factor de equivalencia de mar*	***0.37***			

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calculó la huella ecológica de las tierras de cultivo que es donde provienen la mayoría de los alimentos tales como cereales, legumbres, bebidas, aceites y azúcar. Se obtuvo como resultado que los cereales son los que poseen el consumo hag/comida más alto.

Tabla 100 Cálculo de Huella Ecológica de tierras de cultivo

Cáculo de huella ecologica de tierras de cultivo						
	= ——[% ——— / ———]					
HE cul	*Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)*				**Huella cultivos**	**hag/comida**
%alim	*Porcentaje de alimentos de un plato promedio (Chiclayo)*				Cereales	0.00298
Cs	*Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.*				Legumbres, raíces y	0.00077
Ci	*Consumo en toneladas por cada*		***S/. 1,000.00***		Bebidas	0.00006
Pn i	*Productividades naturales de cada alimento*				Aceites	0.00019
FE cul	*Factor de equivalencia de tierras de*		***2.51***		Azúcar	0.00004
					Total	0.00403

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante para el cálculo de la alimentación de la mano de obra es conocer la cantidad de horas que trabajan cada persona durante la obra, de donde se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 101 Cantidad de horas de trabajo de mano de obra UPIS San Miguel

MANO DE OBRA	Und	Cant
OFICIAL	hh	888.59
OPERARIO	hh	1065.49
PEON	hh	3868.81
TOPOGRAFO	hh	57.01

Fuente: Elaboración propia.

También se tomó en cuenta el personal de ingeniería y de administración de la obra.

Tabla 102 Cantidad de horas de trabajo de personal de ingeniería y administración UPIS San Miguel

INGENIERIA	Horas totales
INGENIERO RESIDENTE DE OBRA	600.00
ESPECIALISTA DE CALIDAD	600.00
ESPECIALISTA AMBIENTAL	600.00
ESPECIALISTA EN SEGURIDAD DE OBRA Y SALUD OCUPACIONAL	600.00
MAESTRO DE OBRA	600.00
ADMINISTRACION	Horas totales
GERENTE OBRA (ADMINISTRADOR DEL CONTRATO)	600.00
CONTADOR	300.00
ENCARGADO DE ALMACEN Y PERSONAL	600.00
CHOFER	120.00
PERSONAL DE LIMPIEZA	300.00
GUARDIAN	600.00
	5520.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103 Número total de horas de trabajo UPIS San Miguel

Numero total de horas trabajadas:	***11,399.90 h***

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la huella ecológica de los alimentos para la obra de UPIS San Miguel.

Tabla 104 HE alimentos UPIS San Miguel

RESULTADOS	
HE FOSIL	2.736 hag
HE PASTOS	0.411 hag
HE MAR	2.036 hag
HE CULTIVOS	5.747 hag
HE TOTAL DE ALIMENTOS	**10.931 hag**

Fuente: Elaboración propia.

4.4.5. Huella Ecológica del Transporte de la Mano de Obra

Para el cálculo de esta huella se necesita plantear una distancia promedio del viaje que realizarán los trabajadores diariamente hasta el lugar de trabajo, en este caso la UPIS San Miguel. Esta fue calculada desde 4 zonas representativas como son: José Leonardo Ortiz, La Victoria, Cruz de la Esperanza y Campodónico; para obtener una distancia representativa promedio del recorrido que se realizará por cada trabajador. El cálculo de la distancia promedio se encuentra en el Anexo N°11.

Tabla 105 Distancia promedio UPIS San Miguel

- Hipótesis de distancia		
	4.78	Promedio de distancias a obra (km)

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato importante estimar es el tipo de vehículo en el que el personal se moviliza pues este determinará de manera significativa el consumo de combustible que será un dato necesario para el cálculo de la huella. Se obtuvo que el principal vehículo que se usa para la movilización de la mano de obra es la moto taxi con un alto porcentaje de 70%.

Tabla 106 Uso de transporte de trabajadores UPIS San Miguel

VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA	% (PORCENTAJE)	OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS
MOTO LINEAL	10	2
MOTOTAXI	70	4
SERVICIO PÚBLICO	15	3
AUTO	5	4

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados es posible calcular la cantidad de combustible que se usa para el transporte de los trabajadores diariamente.

Tabla 107 Consumo de combustible para el transporte UPIS San Miguel

	VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA	% (PORCENTAJE)	NÚMERO DE PERSONAS QUE VIAJAN	OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS POR VEHÍCULO	NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA	CONSUMO (L/100km)	CONSUMO EN L POR DIA
24 trabajadores	MOTO LINEAL	10	2.4	2	1.2	11.460	3.031	0.347
	MOTOTAXI	70	16.8	4	4.2	40.110	3.031	1.216
	SERVICIO PÚBLICO	15	3.6	3	1.2	11.460	11.5	1.318
	AUTO	5	1.2	4	0.3	2.865	7.88	0.226

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvo el resultado de la HE relacionada al transporte de la mano de obra para la obra analizada.

Tabla 108 HE Transporte UPIS San Miguel

P_c	*Productividad energética del combustible*	***71 GJ/ha***	
	Consumo en L	**3.11**	
C	*Consumo en GJ*	***0.12 GJ***	
FE_B	*Factor de equivalencia de los bosques*	***1.26***	
HE_pc	*Huella Ecológica relacionada a movilidad hag*		
T_t	*Tiempo total de duración de la obra en días*	**75**	
HE TRANSPORTE DE MANO DE OBRA		**0.1586 hag**	

Fuente: Elaboración propia.

4.4.6. Huella Ecológica de los Materiales

Para el cálculo de la HE de los materiales se hizo un análisis de todos los materiales utilizados en la obra calculando el peso de cada uno de ellos. Se obtuvo que, del peso total de todos los materiales, el que ocupa el mayor porcentaje fueron los áridos y piedras.

Tabla 109 Incidencia de materiales según peso UPIS San Miguel

PORCENTAJE DE PESO SEGÚN MATERIAL		
MORTEROS	638.46 kg	0.051577%
ARIDOS Y PIEDRAS	1166259.75 kg	94.213825%
PINTURAS	89.93 kg	0.007265%
PLASTICOS	398.54 kg	0.032195%
HORMIGONES	19965.00 kg	1.612830%
MADERAS	22170.30 kg	1.790981%
VARIOS	113.92 kg	0.009203%
METALES	3017.55 kg	0.243766%
MORTEROS mod	19720.43 kg	1.593073%
HORMIGONES mod	165.89 kg	0.013401%
PLÁSTICOS mod	5037.89 kg	0.406976%
METALES mod	215.64 kg	0.017420%
GRASAS Y ACEITES mod	92.70 kg	0.007489%

Fuente: Elaboración propia.

Luego del análisis de cada uno de los materiales y las emisiones de CO2 correspondientes de cada uno se halló que los áridos y piedras son los que general la mayor huella ecológica, seguidos por los plásticos modificados, además las maderas utilizadas en obra tienen una huella negativa debido a que sus emisiones de CO2 son negativas. El valor de cada emisión de los materiales se encuentra en el Anexo N°7.

Tabla 110 HE Materiales UPIS San Miguel

MATERIAL	HE
MORTEROS	0.0002 hag
ARIDOS Y PIEDRAS	0.4780 hag
PINTURAS	0.0152 hag
PLASTICOS	0.1285 hag
HORMIGONES	0.2254 hag
MADERAS	-4.7368 hag
VARIOS	0.0358 hag
METALES	0.7801 hag
MORTEROS mod	2.8261 hag
HORMIGONES mod	0.0035 hag
PLÁSTICOS mod	1.9837 hag
METALES mod	0.1449 hag
GRASAS Y ACEITES mod	0.0134 hag
HE Materiales	1.898 hag

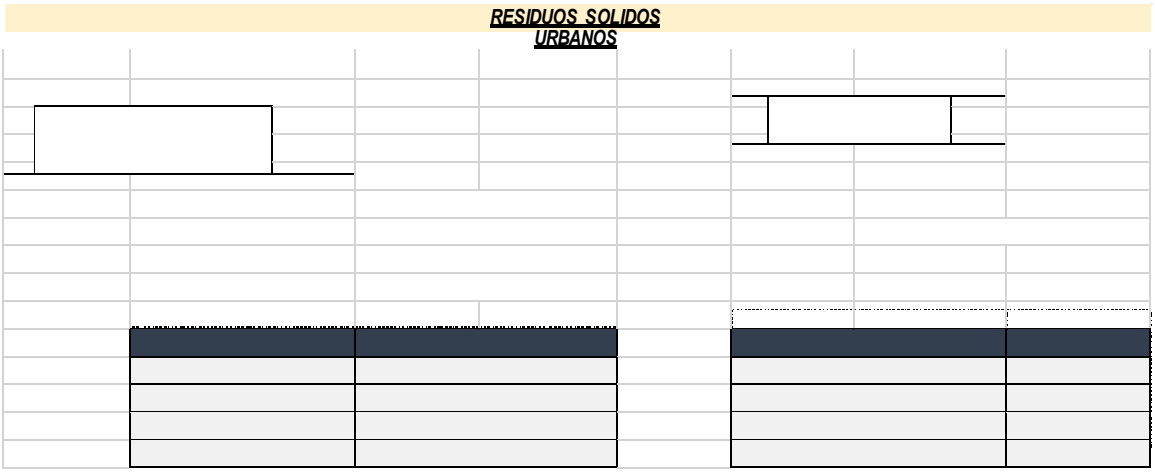
Fuente: Elaboración propia.

4.4.7. Huella Ecológica de los Residuos

Para el cálculo de la huella ecológica de residuos se consideran dos tipos: residuos urbanos generados por la mano de obra y residuos de construcción y demolición.

Para la huella de los residuos urbanos es necesario conocer la densidad de los residuos generación por la población en Chiclayo, brindada por el MINAM; y la composición física de los residuos, brindada por el PIGARS de Chiclayo, siendo el principal componente la materia organice.

Tabla 111 Calculo de RSU UPIS San Miguel



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado para el calculo de los RCD se analizó los residuos generados en las obras evaluadas, los cuales fueron brindados por el sustento de metrados para poder calcular la densidad del RCD y la composición de este.

Tabla 112 Densidad RCD UPIS San Miguel

	R1	R2	R3	R4	Promedio	Total de residuo m3	Densidad kg/m3	Peso kg	
Acero	0.45%	0.17%	0.11%	0.94%	0.42%	57.36	7850.00	450243.08	
Concreto y Asfalto	10.04%	3.44%	2.71%	6.88%	5.77%	785.40	2400.00	1884971.99	
Tierra de Excavación	78.38%	90.04%	66.14%	91.21%	81.44%	11088.37	1700.00	18850236.44	
Tubos de PVC	3.29%	4.39%	24.42%	0.05%	8.04%	1094.44	1400.00	1532216.26	
Otros	7.84%	1.94%	6.61%	0.91%	4.33%	589.12	660.00	388820.85	
						13614.70		**23106488.62**	*Total en kg*
								23106.49	*Total en ton*
								1.70	*Densidad ton/m3*

Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores fue posible el análisis de los RCD donde se tiene como resultado que el mayor volumen de RCD está dado por las tierras de excavación.

Tabla 113 Volumen de RCD UPIS San Miguel

RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

RCD (Según el tipo de Construcción)	
Tipo	**M3 RCD**
Demolición	225.16 m³
Área Construida Total	896.65 m³
Tierras de Excavación	773.13 m³
TOTAL	**1,894.94 m³**

Tipo de Construcción	Ratio m3/m2 RCD
Infra. De Carreteras	1.56 m3/m2 construido
Obras de rehabilitación	0.57 m3/m2 construido
Construcción de obra nueva	0.14 m3/m2 construido
Demolición Completa	1.22 m3/m2 construido
Demolición de naves ind.	1.19 m3/m2 construido

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se obtuvieron los resultados de la huella de residuos generados por la obra de UPIS San Miguel donde la huella mas alta fue generada por los RCD mientras que en los RSU la huella mas alta fue generada por los residuos organicos.

Tabla 114 HE Residuos UPIS San Miguel

ORGÁNICO	0.13 hag		
PAPEL	0.02 hag		**RCD**
PLÁSTICO	0.03 hag		350.52 hag
VIDRIO	0.02 hag		
HE RESIDUOS =		**350.71**	**hag**

Fuente: Elaboración propia.

4.4.8. Huella Ecológica de la Superficie Construida

Para calcular la superficie construida se revisó los metrados y partidas del expediente que brindan el área de excavación y relleno para la rehabilitación de las redes de agua potable y alcantarillado, así mismo el área de reposición de pavimentos.

Tabla 115 Área Construida UPIS San Miguel

AGUA POTABLE			
Redes de Conexión	694.80	0.50	347.40 m2
Conexión Domiciliaria	348.05	0.50	174.03 m2
ALCANTARILLADO			
Redes de Conexión	480.07	0.80	384.06 m2
Redes de Conexión	306.76	1.00	306.76 m2
Conexión Domiciliaria	450.55	0.60	270.33 m2
Reposición de Pavimentos			90.50 m2
			0.16 ha

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se obtuvo la huella correspondiente al área consumida por la obra.

Tabla 116 HE Superficie Construida UPIS San Miguel

S	*Superficie construida (ha)*		0.16 ha
FE_SC	*Factor de equivalencia de la superficie construida*		2.51
HE superficie construida =		0.395	hag

Fuente: Elaboración propia.

4.4.9. Huella Ecológica Total de obra

Se recogió los resultados cada uno de los aspectos analizados para poder calcular la huella ecológica total de la obra. Como resultado de obtuvo que la huella más alta fue la de los residuos seguida por la de combustible, así mismo la más baja fue la huella de electricidad.

Tabla 117 HE Total UPIS San Miguel

RESULTADOS DE HUELLA ECOLOGICA TOTAL DE OBRA		
UPIS SAN MIGUEL		
COMBUSTIBLE	9.9381 hag	0.98005%
ELECTRICIDAD	0.0001 hag	0.00001%
AGUA	0.2653 hag	0.02617%
ALIMENTOS	10.9308 hag	1.07793%
TRANSPORTE	0.1586 hag	0.01564%
MATERIALES	1.8980 hag	0.18717%
RESIDUOS	350.7136 hag	34.58553%
SUPERFICIE CONSTRUIDA	0.3948 hag	0.03894%
	374.2994 hag	

Fuente: Elaboración propia.

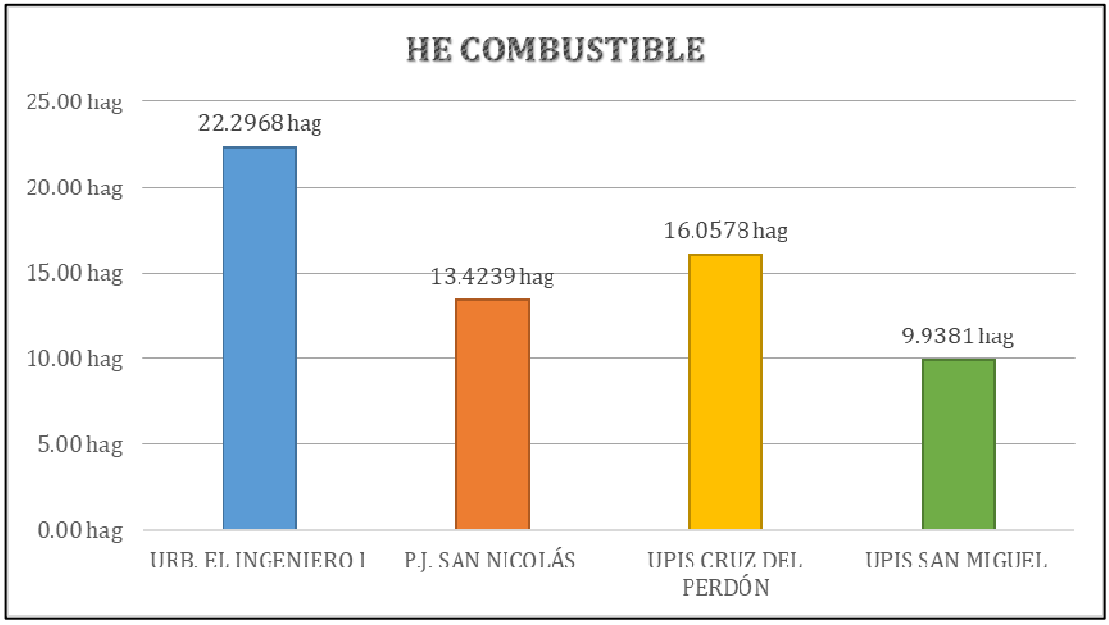
V. Discusión

5.1.Huella ecológica del consumo de combustible

Se siguió la metodología de Jaime Solís Guzmán [1], sin embargo, el cálculo que este plantea no considera desperdicios generados por los tiempos muertos que existen siempre existen en la construcción por lo tanto se consideró un desperdicio de 1% con la finalidad de acercarnos a un valor más parecido a la realidad.

La huella ecológica del consumo de combustible de la obra Urb. El Ingeniero I debido a ser la obra con mayor área construida y que en el proyecto se considera demolición no solo de la red de agua potable y alcantarillad existente sino también de pavimento, veredas y sardineles, haciendo de mayor cantidad de maquinaria, por tanto, mayor consumo de combustible.

Ilustración 3 Gráfico de comparación HE Combustible



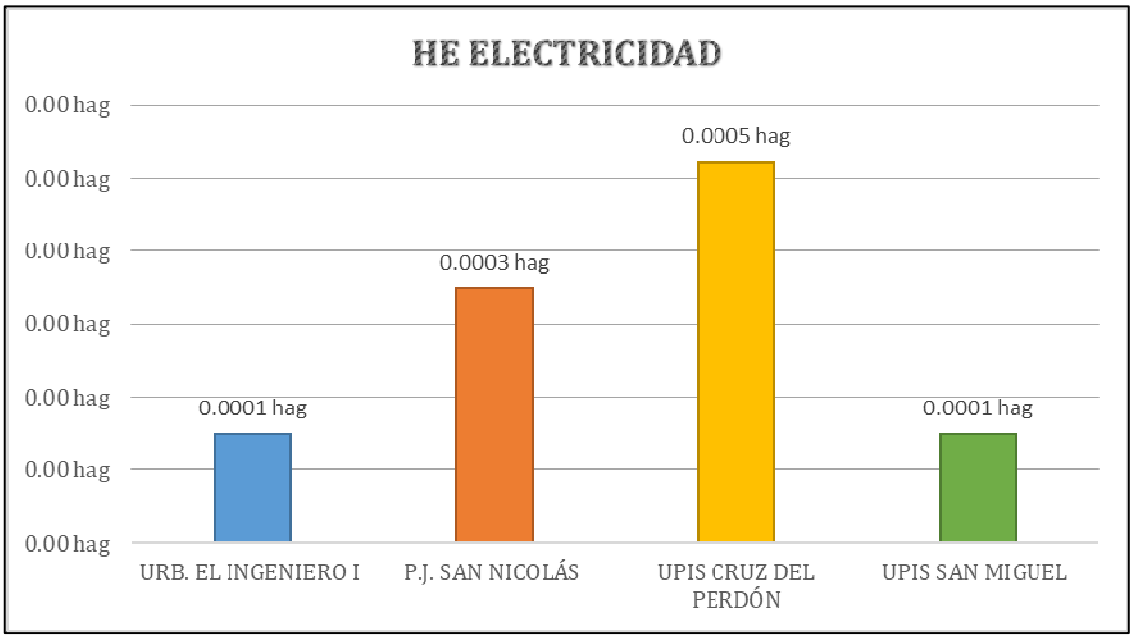
Fuente: Elaboración propia.

5.2.Huella ecológica del consumo de energía eléctrica

Sosteniendo el razonamiento expuesto en el apartado anterior, para el cálculo de la huella ecológica del consumo de electricidad se considera también un porcentaje de desperdicio en este caso de 5% ya que al tratarse de energía eléctrica existe un mayor descuido en obra en el consumo de esta.

Los resultados de la HE de electricidad son muy bajos en comparación al total de HE que se genera por obra, esto se debe a que en los proyectos de Agua Potable y Saneamiento no se hace uso de gran cantidad de maquinaria que haga uso de este tipo de energía. El mayor valor de consumo de energía eléctrica fue en la obra UPIS Cruz del Perdón, esto a causa de que a diferencia de las obras tres obras analizadas, esta hace uso de Amoladora para la demolición de veredas, a diferencia de Urb. El Ingeniero I que esta partida la realiza con maquinaria pesada.

Ilustración 4Gráfico de comparación HE Electricidad



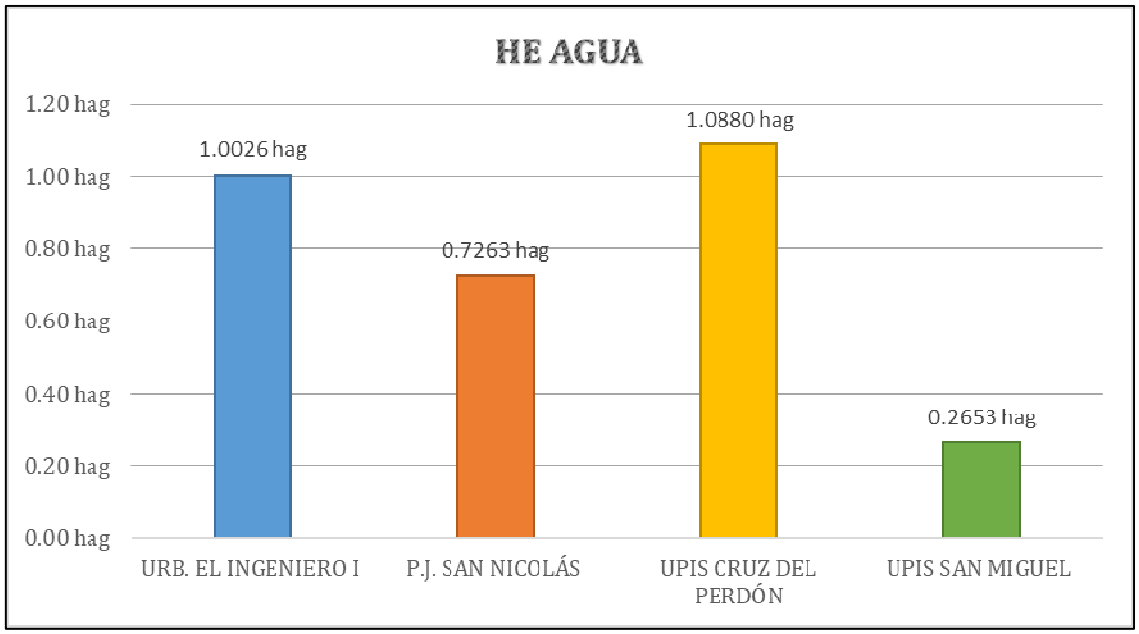
Fuente: Elaboración propia.

5.3.Huella ecología del consumo de agua

Para el cálculo de este apartado se siguió la metodología planteada por Solís Guzmán [1] con algunas variaciones debido a que el cálculo de m3 de éste está dado por el costo del suministro de agua llevado a la realidad en la que se desarrolló esa investigación. Para la presente investigación se tuvo dos escenarios, para un expediente el escenario en el cual el consumo de agua está dado por el costo del suministro mensual como fue el caso de UPIS San Miguel por lo que se entiende que está ahí considerado el consumo de agua para procesos constructivos y también para satisfacer las necesidades de los trabajadores; para los otros tres expedientes analizados, el consumo está dado por la cantidad de agua como insumo y adicional a esto se han considerado un consumo para las necesidades de los trabajadores de 15 litros diarios con la finalidad de obtener un valor más cercano a la realidad.

El valor más bajo de HE del consumo de agua fue el de UPIS San Miguel, resultado calculado del costo del suministro de agua presente en el expediente, además de ser la obra con menor tiempo de duración de las cuatro analizadas.

Ilustración 5 Gráfico de comparación HE Agua



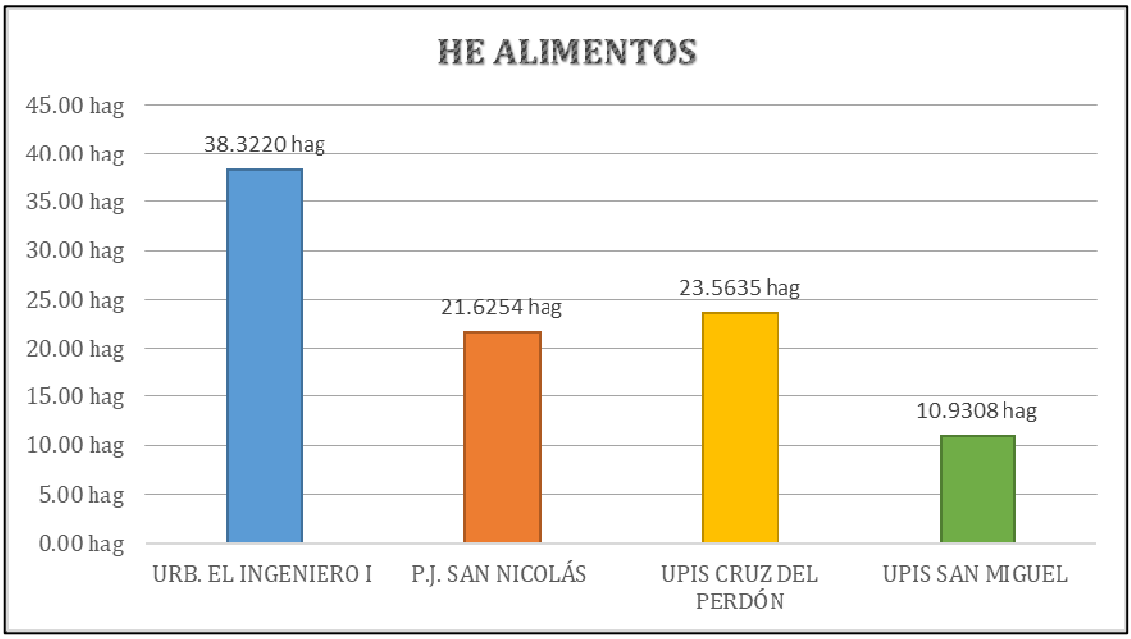
Fuente: Elaboración propia.

5.4.Huella ecológica del consumo de alimentos

Para el cálculo de la HE relacionado a la alimentación del personal que trabaja dentro de las obras analizadas durante la jornada de trabajo, se siguió la metodología planteada por Solís Guzmán, la diferencia principal para el cálculo radicó en la necesidad de llevar a la realidad de Chiclayo el cálculo propuesto por el autor considerando el plato promedio de almuerzo en el distrito donde se llevan a cabo los cuatro expedientes analizados.

El resultado más alto se encontró en la HE de alimentos de la Urb. El Ingeniero I, debido que se trata de la obra con mayor cantidad de horas de trabajo, por tanto, tiene una mayor duración y mayor cantidad de trabajadores por día.

Ilustración 6 Gráfico de comparación HE Alimentos



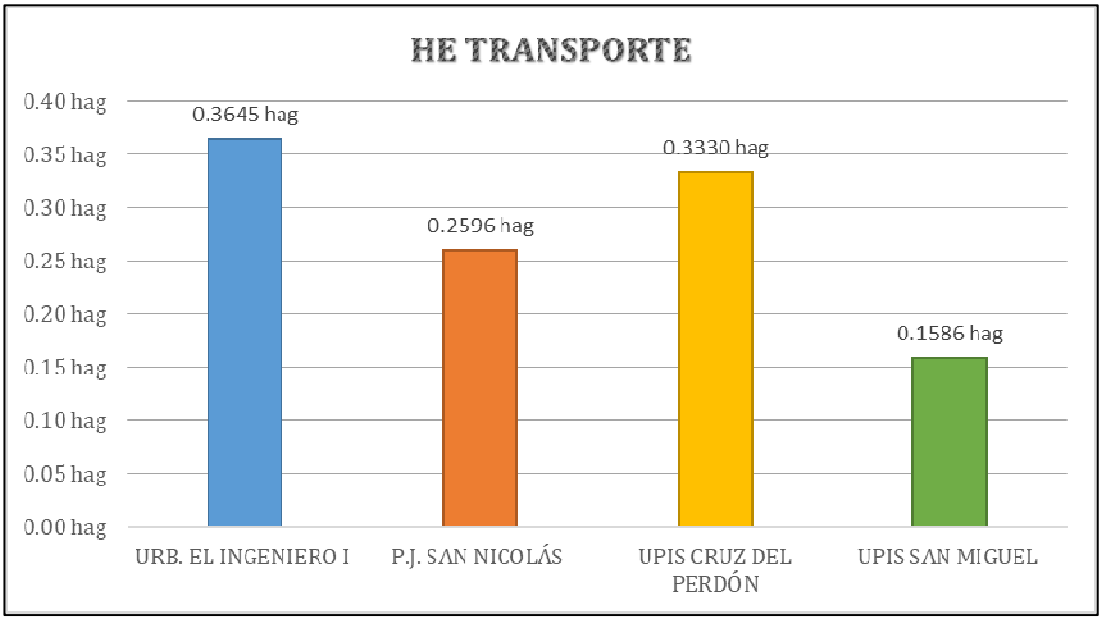
Fuente: Elaboración propia.

5.5.Huella ecológica de movilidad

Bajo la metodología propuesta por Solís Guzmán, esta huella está determinada por el número de trabajadores y el número de viajes que hacen en toda la obra, sin embargo, se buscó llevar estos valores a la realidad debido a las obras los trabajadores regresan a sus hogares por lo tanto hacen dos viajes al día y el medio de transporte que utilizan es variado, por lo que se determinó la cantidad de combustible según el tipo de vehículo y los kilómetros que recorre cada trabajador al día.

Analizando los resultados el valor más alto fue en la obra de Urb. El Ingeniero I y esto se debe a la cantidad de trabajadores por día adicionado a que es la obra de mayor duración entre las cuatro analizadas.

Ilustración 7 Gráfico de comparación HE Transporte



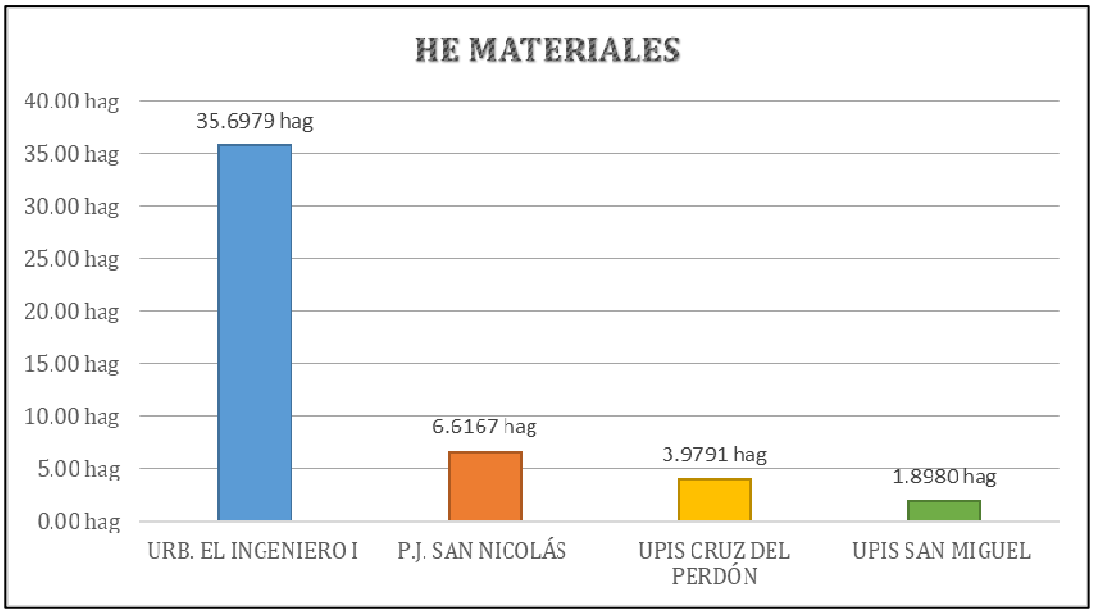
Fuente: Elaboración propia.

5.6.Huella ecológica de materiales de construcción

Para el cálculo de la HE de los materiales de cada obra se siguió la metodología de Freire [7] que se basa en calcular las emisiones de kgCO2 por cada kg de material, estas emisiones están dadas por las tabla de emisiones de familias de materiales desarrollada por Ecoivent, a este valor se le suma las emisiones del transporte de cada material desde el lugar donde se compra hasta la ubicación de cada obra.

La HE generada por los materiales de construcción más alta fue la de Urb. Ingeniero I, la diferencia es muy notable y esto se da principalmente es porque a diferencia de las otras obras, esta contempla dentro de su expediente la construcción de pavimento flexible, veredas y sardineles, estas partidas y todos los materiales que estas ocupan generan una gran huella, por lo cual es muy notoria la diferencia con los otros expedientes revisados.

Ilustración 8 Gráfico de comparación HE Materiales



Fuente: Elaboración propia.

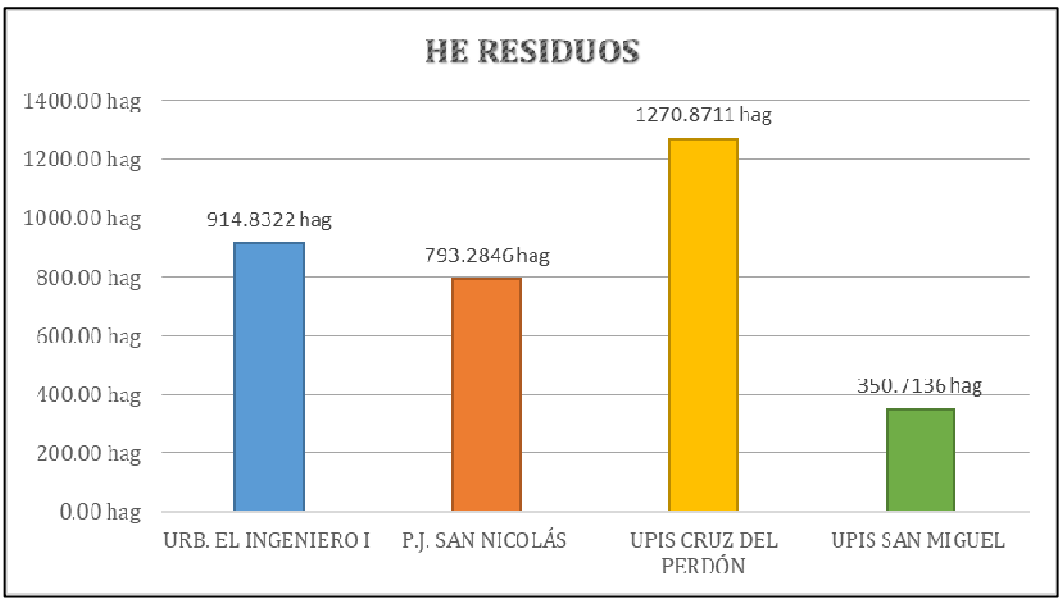
5.7.Huella ecológica de los residuos

Para el cálculo de este indicador, Solís Guzmán [2] resalta la importancia de considerar dos tipos de residuos que se generan dentro de la construcción de cada obra, que son los residuos urbanos generados por la mano de obra, estos datos cambian según la localidad donde se ejecute la obra por lo tanto se hizo uso del PIGARS de la ciudad de Chiclayo para poder conocer los componentes físicos de los residuos con la finalidad de poder obtener los porcentajes de cada uno de los componentes que son relevantes para el cálculo de la huella de los RSU.

El siguiente componente de esta HE sería el aporte por parte de los residuos de construcción y demolición. Actualmente no existe bibliografía que indique la densidad de los RCD de una obra de agua potable y alcantarillado, como las que se han analizado, por tanto, se ha hecho un cálculo basándose en los metrados de las partidas de demolición y eliminación y calculando los porcentajes de cada residuo encontrado en obra. Cabe resaltar que, en los cuatro expedientes revisados, del resultado total de la HE de residuos, el 99% de la huella es emitida por parte de los RCD.

De los resultados, la HE más alta fue la de UPIS Cruz del Perdón, esto se da debido a que tiene como residuos debido a la cantidad de excavación que presenta este proyecto.

Ilustración 9 Gráfico de comparación HE Residuos



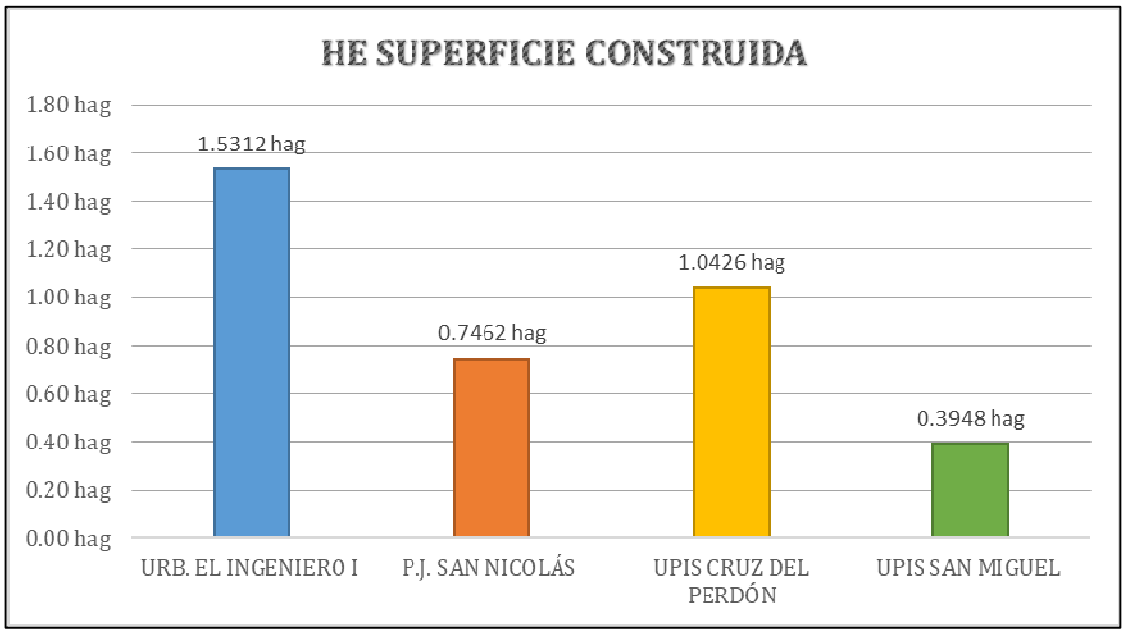
Fuente: Elaboración propia.

5.8.Huella ecológica de superficie construida

Se siguió la metodología propuesta por Juan Domenech [15], que es la misma que propone Solís Guzmán para ser aplicada en construcción. Para calcular el área de construcción de las obras de agua potable y alcantarillado se calculó el área de excavaciones donde se realiza el cambio de tuberías, también se consideraron las áreas de reposición de pavimento, veredas, sardineles etc.

Urb. El Ingeniero I presenta la HE de superficie construida más alta debido a que presenta un área más grande construcción porque contempla también la reposición de pavimento, veredas y sardineles.

Ilustración 10 Gráfico de comparación HE Superficie Construida



Fuente: Elaboración propia.

5.9.Análisis de los resultados de Huella Ecológica Total

Tras hallar el resultado final del análisis de cada uno de los expedientes revisados, se consideró conveniente comparar los resultados de HE total con algunos datos de cada una de las obras a fin de conocer las ratios resultantes de esta investigación. Estos valores significan un aporte para futuros proyectos de rehabilitación del sistema de agua potable y alcantarillado pues permitirá un cálculo aproximado de la Huella Ecológica que puede emitir cada proyecto y así mismo conocer la sostenibilidad de cada uno de los proyectos antes de su ejecución.

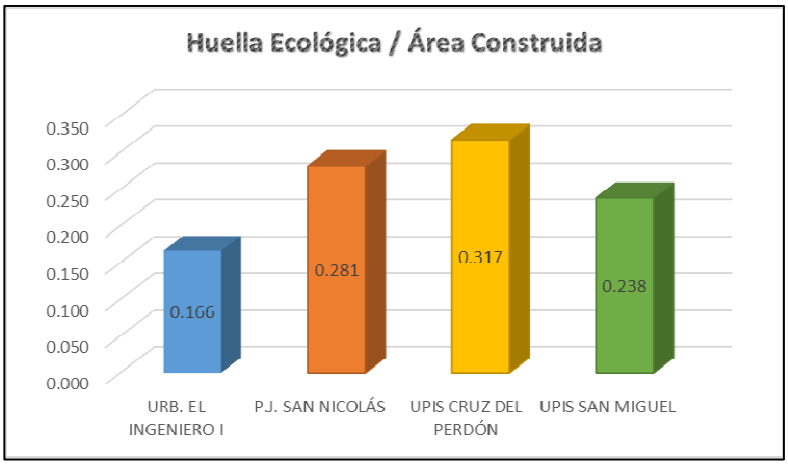
Se comparó la Huella Ecología de cada obra vs el área construida de cada obra, los valores se encontraron en un rango de 0.166 y 0.238, como promedio de los resultados nos dio una ratio de 0.251, es decir, por cada m2 de área construida para obras de agua potable y alcantarillado se genera 0.251 hag

Tabla 118 Ratio de HE por área construida

	URB. EL INGENIERO I	P.J. SAN NICOLÁS	UPIS CRUZ DEL PERDÓN	UPIS SAN MIGUEL
HE	*1014.0474 hag*	*836.6830 hag*	*1316.9355 hag*	*374.2994 hag*
Area Construida	6100.38 m2	2973.07 m2	4153.66 m2	1573.07 m2
Ratio	0.166	0.281	0.317	0.238
	0.251			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119 Gráfico de comparación HE de Superficie Construida



Fuente: Elaboración propia.

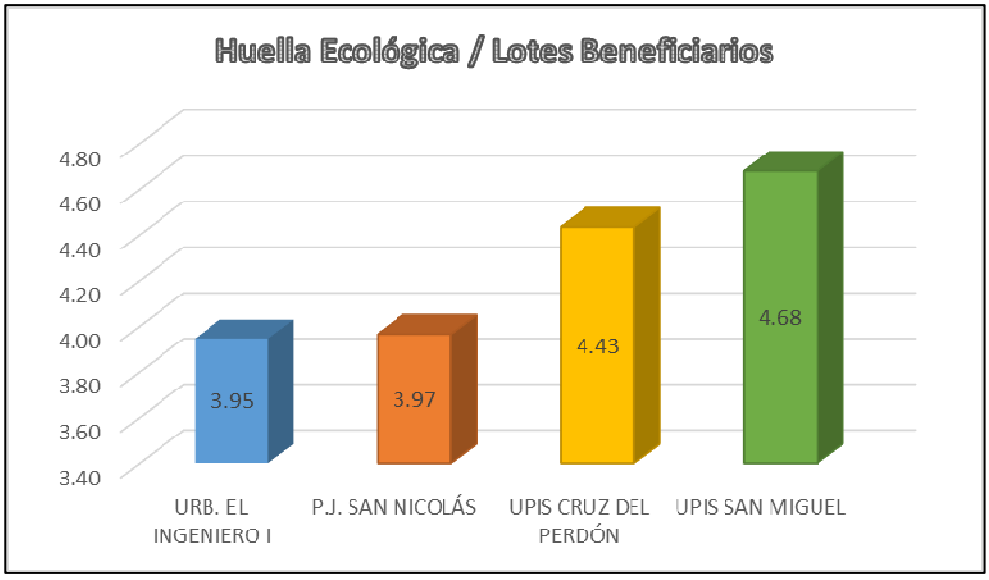
Se comparó la Huella Ecología de cada obra vs la cantidad de lotes beneficiarios de cada obra, los valores se encontraron en un rango de 3.94 y 4.68, como promedio de los resultados nos dio una ratio de 4.256, es decir, por cada lote que contemple una obra de agua potable y alcantarillado se genera 4.256 hag.

Tabla 120 Ratio HE por lotes beneficiados

	URB. EL INGENIERO I	P.J. SAN NICOLÁS	UPIS CRUZ DEL PERDÓN	UPIS SAN MIGUEL
HE	*1014.0474 hag*	*836.6830 hag*	*1316.9355 hag*	*374.2994 hag*
Lotes Beneficiarios	257	211	297	80
Ratio	3.95	3.97	4.43	4.68
	4.256			

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 11 Gráfico de comparación HE por Lotes Beneficiarios



Fuente: Elaboración propia.

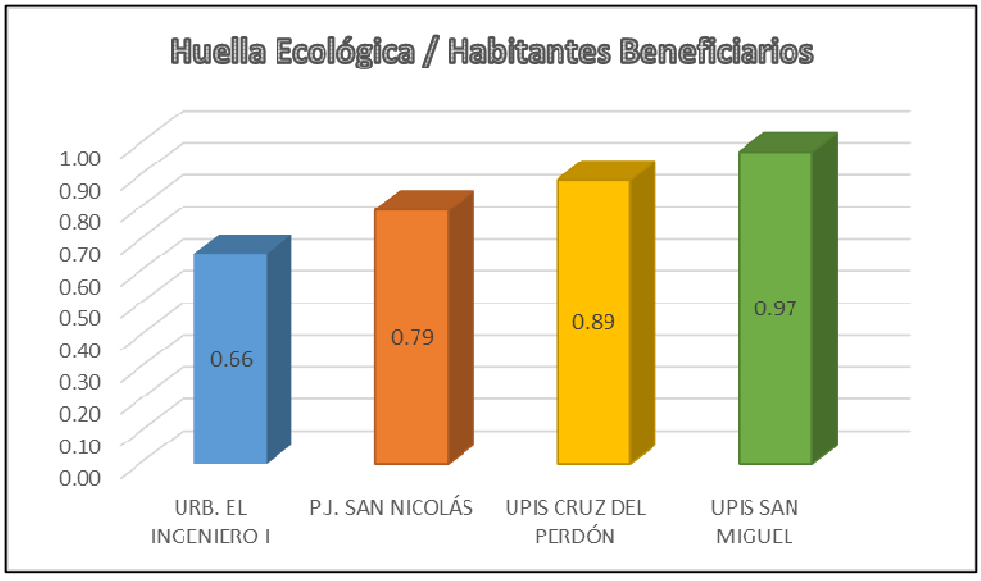
Se comparó la Huella Ecología de cada obra vs la cantidad de habitantes beneficiados de cada obra, los valores se encontraron en un rango de 0.66 a 0.97, como promedio de los resultados nos dio una ratio de 0.828, es decir, por cada habitante beneficiado que contemple una obra de agua potable y alcantarillado se genera 0.828 hag.

Tabla 121 Ratio HE por habitantes beneficiados

	URB. EL INGENIERO I	P.J. SAN NICOLÁS	UPIS CRUZ DEL PERDÓN	UPIS SAN MIGUEL
HE	*1014.0474 hag*	*836.6830 hag*	*1316.9355 hag*	*374.2994 hag*
Habitantes Beneficiados	1542	1055	1485	384
Ratio	0.66	0.79	0.89	0.97
0.828				

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 12 Gráfico de comparación HE por habitantes beneficiados

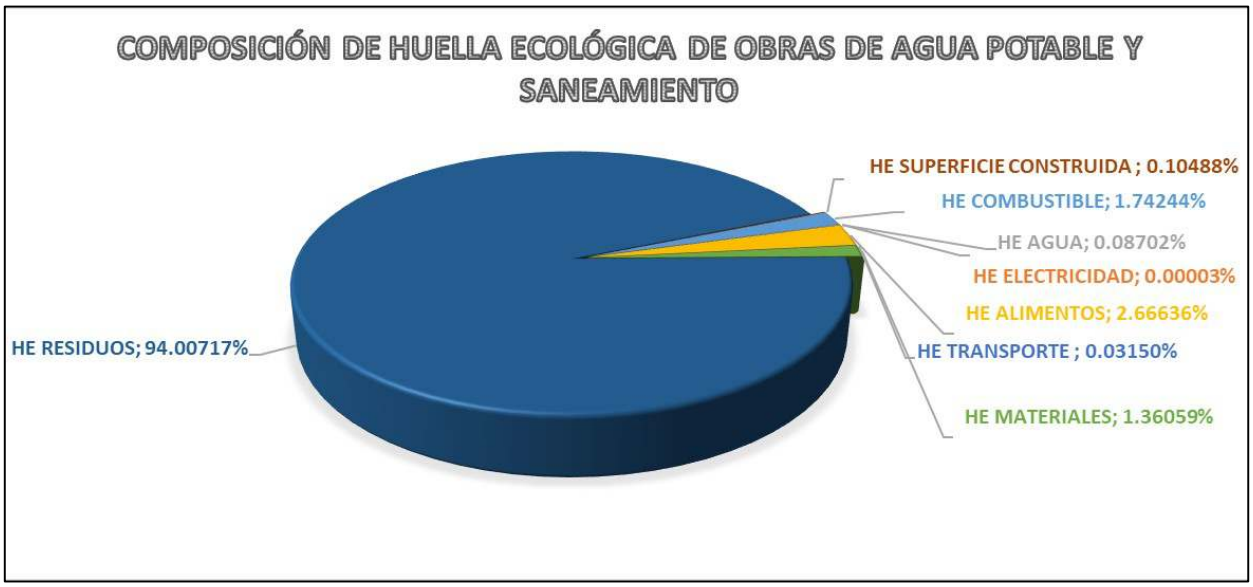


Fuente: Elaboración propia.

5.10. Alternativas de Reducción de Huella Ecológica en Obras de Agua Potable y Saneamiento

Tras el análisis de resultados se obtuvieron los siguientes porcentajes de incidencia en la Huella Ecológica de obras de Agua potable y saneamiento.

Ilustración 13 Composición Promedio de HE para obras de Agua Potable y Saneamiento



Fuente: Elaboración propia.

Por lo cual se aprecia que la mayor parte de la HE que genera una obra de este tipo está dada por los residuos, para ser más específicos los residuos de construcción y demolición. Para la reducción de esta HE, se recomiendan practicas más selectivas de la demolición debido a que a pesar de ser algo inevitable en este tipo de obras, existen prácticas más sostenibles, verbigracia:

5.10.1. Demolición Selectiva:

Es la práctica constructiva por la cual se realizan dos actividades al mismo tiempo, la demolición necesaria para la nueva obra y simultáneamente la separación de los componentes de ésta. La finalidad radica en que la separación de estos componentes permitirá seleccionar aquellos que estén aptos para su reciclaje.

5.10.2. Mecanismos de gestión

Es aquella organización que establece estrategias de control y verifican la eficacia de estas según los objetivos planteados. Para la gestión de los RCD, los objetivos se basan en reducir la contaminación causada por los RCD dándoles un tratamiento que permitirá que estos sean reutilizados. [18]

5.10.3. Reducción de generación de residuos:

Planteado por a Guía de Intervención Sostenible de los Residuos de la Construcción [19] que propone las siguientes soluciones:

- Para demolición: Cuantificación del volumen de los elementos a demoler, practica de demolición selectiva e implementación de un inventario de aquellos componentes que pueden ser reciclados.
- Para la Excavación: Cuantificación del volumen de excavación, realizar un EMS que permita conocer la calidad del suelo a fin de ser reutilizado.

5.10.4. Uso de materiales alternativos

Otras de las soluciones a tomar en cuenta sería el uso de materiales que generen una menor huella ecológica, tal como se ha sustentado en capítulos anteriores, el material que generó más huella fue la familia de plásticos modificados, es decir las piezas de PVC que siempre las protagonizas en este tipo de construcciones. Actualmente ya existe cierto rechazo por parte de organizaciones como Greenpeace que define al PVC como un “veneno medioambiental” y a los productos de PVC como “cocteles tóxicos” y busca concientizar mundialmente acerca de la importancia del rechazo de este producto en los materiales de construcción. En su boletín informativo, Romano [20] propone algunas alternativas al PVC en la construcción, las cuales afirma que, a pesar de ser más costosas, poseen grandes ventajas ambientales y mayor periodo de vida útil; con ellas es posible la reducción o erradicación del PVC en los materiales de construcción. Los materiales alternativos para las obras de Agua potable y Alcantarillado serían:

Tabla 122 Materiales Alternativos para la Construcción

Producto	Materiales alternativos
Tuberías de distribución de Agua Potable	Cerámica, arcilla, acero inoxidable, cobre, polietileno (PE), polipropileno (PP)
Tuberías de Alcantarillado	Cerámica vitrificada, arcilla, fundición, PE, PP
Impermeabilizantes y aislantes	PE, caucho (EPDM = monómero de etilén-propilén dieno)

Fuente: Boletín CF+S > 5 -- Especial: LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD DESPUÉS DE KIOTO.

5.10.5. Implementación del sistema Lean Construction

Implementar la filosofía lean a los procesos de constructivos. Esta filosofía propone optimización de todos los recursos con la finalidad de evitar a toda costa el desperdicio no solo de materiales, sino también de talentos, tiempos, entre otros. Bajo esta filosofía de cero desperdicios es que se puede ayudar a reducir la huella ecológica pues mayormente en los expedientes se considera para los materiales entre un 1% a 5% de material de desperdicio que traducido en emisiones de CO2 se vuelve una cantidad significante, en especial para aquellos materiales que aportan una gran HE como los plásticos modificados. Así como se logra optimizar la cantidad de materiales es que también se lograría mejorar el uso de maquinaria evitando tiempos muertos y por lo tanto el consumo innecesario de combustible; además de también de optimizar el uso del agua para reducir su huella.

5.10.6. Mejora en el transporte de mano de obra

Otro factor importante la HE emitida por el transporte de cada uno de los trabajadores, debido a que cada uno de ellos hace dos viajes (ida y vuelta) diariamente. Como solución a este tema se plantean las siguientes propuestas:

- Implementación de un plan de movilidad para los trabajadores de tal forma que se use transporte de manera colectiva lo que emitirá una menor HE, debido a la optimización del uso de combustible para el vehículo.
- Fomentar el uso de bicicletas que en los últimos años se empezó a incrementar en la ciudad, de esta manera se controla la HE de transporte debido a que el transporte en este vehículo no consume ningún tipo de combustible, por ende, no genera HE.

- Concientizar acerca de la importancia de la reducción de HE, recomendando evitar el uso de motos lineales, que debido a la cantidad de personas que viajan en este vehículo, se consume mayor cantidad de combustible por persona a comparación del transporte público, que moviliza a una mayor cantidad de personas.

5.10.7. Cuidado del agua

La HE relacionada al consumo de agua tiene como variable directa el consumo de agua tanto como material como para el consumo humano. Para poder considerar una obra con uso eficiente de agua, es necesario que se practique el ahorro de esta rigurosamente. El desperdicio de agua en obra ocurre principalmente en las siguientes tareas: Lavado de maquinarias y herramientas con abundante agua, sistema de agua con alta presión, limpieza a nivel general.

Para evitar el consumo desmesurado y el uso eficiente del agua, REINAR S.A. [21] recomienda las siguientes consideraciones:

- Implementación del control y la gestión del uso de agua, cerciorándose que el sistema de abastecimiento funciona de manera correcta y sin fugas.
- Minimizar el uso del agua por medio de la inclusión de tecnologías que se encarguen de evitar el desperdicio en obra.
- Incorporar el uso de agua de lluvia o aguas grises, con la finalidad de cuidar el uso de agua potable.

Para este último punto existen estudios como la Guía “Agua y Construcción Sustentable” [22] que informa acerca de la captación, tratamiento, control, almacenamiento y uso de aguas de “reciclaje” como serían el agua de lluvia, aguas jabonosas, entre otras.

VI. Conclusiones

- Es posible calcular la Huella Ecológica para una obra partiendo de sus expedientes con los cuales se logró calcular el consumo en hag de cada uno de los proyectos analizados.
- Mediante los costos unitarios de cada uno de los expedientes es posible extraer los insumos, maquinaria y mano de obra, datos que permitieron calcular la Huella Ecológica de cada uno de los expedientes.

- Para la Huella Ecológica Total generada por cada obra tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 1014.0474 hag, P.J. San Nicolás 836.6830 hag, UPIS Cruz del Perdón 1316.9355 hag, UPIS San Miguel 374.2994 hag.

- Para la Huella Ecológica del consumo de Combustible tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 22.297 hag, P.J. San Nicolás 13.424 hag, UPIS Cruz del Perdón 16.068 hag, UPIS San Miguel 9.938 hag. Cuyo valor más alto fue el de Urb. El Ingeniero I debido a la cantidad de maquinaria requerida para el proyecto debido a la demolición de pavimento, veredas y sardineles. Para la Huella Ecológica del consumo de Electricidad tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 0.0001 hag, P.J. San Nicolás 0.0003 hag, UPIS Cruz del Perdón 0.0005 hag, UPIS San Miguel 0.0001 hag. La HE de electricidad es la que presenta el valor más pequeño entre todas las HE calculadas, esto se da debido a que en las obras de agua potable y saneamiento existe poca necesidad de maquinaria que haga uso de energía eléctrica y mayormente esta solo es usada para los equipos topográficos o amoladoras. Para la Huella Ecológica del consumo de Agua tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 1.0026 hag, P.J. San Nicolás 0.7263 hag, UPIS Cruz del Perdón 1.0880 hag, UPIS San Miguel 0.2653 hag. Para la Huella Ecológica del consumo de Alimentos de la Mano de Obra tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 38.3220 hag, P.J. San Nicolás 21.6254 hag, UPIS Cruz del Perdón 23.5635, UPIS San Miguel 10.9308 hag. Se concluyó que este valor se encuentra

directamente proporcional a la cantidad de horas de trabajo necesarias en cada otra. Para la Huella Ecológica del transporte de Mano de Obra tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 0.3645 hag, P.J. San Nicolás 0.2596 hag, UPIS Cruz del Perdón 0.3330 hag, UPIS San Miguel 0.1586 hag. Para la Huella Ecológica de los Materiales de Construcción tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 35.6979 hag, P.J. San Nicolás 6.6167 hag, UPIS Cruz del Perdón 3.9791 hag, UPIS San Miguel 1.8980 hag. La diferencia entre resultados es notoria y esto se debe a que la obra de Urb. Ingeniero I además de los materiales típicos para las redes de agua potable y desagüe, considera también la reposición de pavimento, veredas y sardineles, por lo tanto, la cantidad de materiales es mayor, así como la emisión de CO2 y por tanto HE de los mismos. Se puede concluir que la presencia de materiales como el concreto y el asfalto aumentan significativamente la Huella Ecológica de una obra. Los Resultados de la Huella Ecológica de Residuos fueron los siguientes: Urb. El Ingeniero I 914.8322 hag, P.J. San Nicolás 793.2846 hag, UPIS Cruz del Perdón 1270.87 hag, UPIS San Miguel 350.7136 hag. Los RCD son los que tienen más influencia en la HE de residuos y estos dependen directamente de la cantidad de excavación que existe en la obra. Para la Huella Ecológica de Superficie Construido tenemos los siguientes resultados: Urb. El Ingeniero I 1.5312 hag, P.J. San Nicolás 0.7462 hag, UPIS Cruz del Perdón 1.0426 hag, UPIS San Miguel 0.3948 hag. La HE mayor fue de Urb. El Ingeniero I y esta huella es directamente proporcional a la cantidad de área que presente una obra.

- Por cada m2 de área construida para obras de agua potable y alcantarillado se genera una Huella Ecológica de 0.251 hag. Por cada lote beneficiario que contemple una obra de agua potable y alcantarillado se genera una Huella Ecológica de 4.256 hag. Por cada habitante beneficiado que contemple una obra de agua potable y alcantarillado se genera una Huella Ecológica de 0.828 hag

- Las prácticas para la reducción de la huella de RCD se dan principalmente por la reducción de volumen de demolición y excavación, así como la demolición selectiva

y gestión de residuos que limitan un poco más la generación de RCD y busca reciclarlos con la finalidad de reducir la contaminación que este genera. Por otro lado, las piezas de PVC son el material que genera más Huella Ecológica, por lo que la principal forma de reducirla es usando alternativas más amigables con el medio ambiente y que generen menor emisión de CO2 como, por ejemplo: cerámicas vitrificadas, arcillas, propileno, cobre, etc.

- Los residuos que emiten los proyectos de reposición de tuberías de agua potable y alcantarillado son considerados como peligrosos no solo por la inmensa huella ecológica que emiten sino también por la falta de conocimiento acerca de su disposición final. Para aquellas tuberías de asbesto cemento existe ya el REGLAMENTO DE LA LEY N°29662, ley que prohíbe el asbesto anfíboles y regula el uso del asbesto, donde menciona en el articulo 7° el transporte t disposición final de los residuos del asbesto.

VII. RECOMENDACIONES

- Para la reducción de Huella Ecológica de Combustible se recomienda el uso de maquinaria pesada solo en caso de ser sumamente necesario, así mismo es importante la optimización de los tiempos de uso de esta maquinaria para evitar un consumo desmesurado de combustible.

- Con respecto a la Huella Ecológica del consumo de Agua se recomienda el uso adecuado del recurso evitando las posibles fugas o desperdicio de este.

- Para la redacción de expedientes es necesario considerar el agua como un insumo con su medida en m3, y evitar considerarla como suministro de agua debido a que el volumen plasmado de esta forma puede ser un valor lejano a la realidad en obra.

- El personal debe estar capacitado para el uso de cada uno de los materiales de construcción con la finalidad de evitar que se genere desperdicio de materiales que ocasione un exceso de consumo de estos y por lo tanto una mayor emisión de huella.

- Durante la preparación de un expediente es necesario calcular el volumen de excavación y demolición, intentando reducir lo máximo posible este agente es el principal determinante de la Huella Ecológica de cada obra.

- En la ciudad de Chiclayo actualmente no se cuenta con escombreras destinadas a la deposición final de los RCD por lo que la huella que estos emiten podría ser mucho más alta de la estima.

- El almacenamiento de los materiales también es un factor importante para evitar el uso en vano de los mismos por lo que se recomienda un almacenamiento adecuado que garantice la conversación de las propiedades de los materiales y minimice el porcentaje de desperdicio.

- El cálculo de las ratios de la Huella Ecológica que genera un proyecto de rehabilitación de agua potable y alcantarillado se considera de gran importancia debido a la falta de información que existe actualmente en este tema y permite conocer de antemano un aproximado de la huella ecológica que generará un proyecto con uno de prácticas convencionales para la construcción.

- En el Perú existe una normativa que regula la deposición final de los RCD sin embargo no obliga a prácticas que reduzcan el volumen de este o lo seleccionen con la finalidad de darle otro uso.

- A diferencia de otros países como Alemania, Holanda, Dinamarca, entre otros; que han prohibido y/o limitado el uso de materiales de PVC en la construcción de obras públicas, el Perú aún solo se ha pronunciado con el uso de bolsas de PVC mas no con respecto a las obras de construcción que como hemos estudiado, genera una gran Huella Ecológica.

- A diferencia de otros países como Alemania, Holanda, Dinamarca, entre otros; que han prohibido y/o limitado el uso de materiales de PVC en la construcción de obras públicas, el Perú aún solo se ha pronunciado con el uso de bolsas de PVC mas no con respecto a las obras de construcción que como hemos estudiado, genera una gran Huella Ecológica.

- Para la disposición final de las tuberías que son de asbesto se recomienda que cada entidad defina las actividades según ley que acrediten la seguridad del transporte de estos residuos. Estas actividades deben estar sujetas a la normatividad que regula la seguridad y salud en el trabajo y la disposición final estará determinada por la Autoridad Nacional de Salud.

- Todas las tuberías antiguas deberán ser retiradas del terreno y no dejarlas enterradas debido a que al ser componentes antiguos, están hechos por materiales considerados como tóxicos y que estarían causando contaminación no solo al suelo sino también

al medio ambiente y las personas a su alrededor, como ejemplo de las tuberías de PVC que emiten ftalatos y dioxinas durante todo su ciclo de vida y aún más cuando estas ya se encuentran antiguas y en notable deterioro, formando un foco infeccioso para la población y su medio ambiente. Es por esto que se exhorta a las autoridades competentes la implementación de un reglamento que regule el transporte y disposición final de estos residuos que son considerados peligrosos y un foco de infecciones.

VIII. Referencias bibliográficas

[1] J. Solís-Guzmán, «Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza (Tesis Doctoral),» Sevilla, España, 2010.

[2] J. Solis-Guzmán, «Metodología para determinar la huella ecológica de la construcción de edificios de uso residencial en España,» de *Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes*, Sevilla, España, 2013.

[3] P. González-Vallejo, J. Solis-Guzmán, R. Llácer Pantión y Marrero Meléndez, Madelyn, «La construcción de edificios residenciales en España en el período 2007-2010 y su impacto según el indicador Huella Ecológica,» *Informes de la Construcción,* vol. 67, nº 539, pp. 1-13, Julio - Setiembre, 2015.

[4] M. Marrero Meléndez y A. Freire Guerrero, «Evaluación a través del presupuesto de la energía incorporada al protecto de edificación,» *Revista Hábitat Sustentable,* vol. 5, nº 1, pp. 54-63, 2015.

[5] A. Freire Guerrero, J. Muñoz Martín y M. Marrero Meléndez, «Incorporación de Huella de Carbono y Huella Ecológica en las Bases de Costes de Construcción. Estudio de caso de un proyecto de Urbanización en Écija, España.,» *Revista Hábitat Sustentable,* vol. 6, nº 1, pp. 06-17, 2016.

[6] C. Rivero Camacho, C. Muñoz Sanguinetti y M. Marrero Meléndez, «Cálculo de la Huella Ecológica en el ciclo de vida para la fase de urbanización de un conjunto habitacional en Chile, bajo el modelo ARDITEC,» de *Segundo Congreso de Investigación Interdisciplinaria en Arquitectura, Diseño, Ciudad y Territorio*, Santiago, Chile, Diciembre 2016.

[7] A. Freire Guerrero, «Presupuesto Ambiental. Evaluación de la Huella Ecológica del Proyecto a través de la Clasificación de la Base de Costes de La construcción de Andalucía. Tesis Doctoral.,» Sevilla, España, 2017.

[8] W. Bulege, «Biocapacidad y Huella Ecológica en el Contexto del cambio climático de la ciudad de huancayo al 2016,» Huancayo, 2016.

[9] J. Patazca , «Relación entre la Huella Ecológica Eléctrica y la Biocapacidad de áreas verdes de la Ciudad de Chiclayo, Enero - Julio de 2017",» Lambayeque, 2017.

[10] J. Huerta y E. Popayán, «Determinaricón de la Huella Ecológica de la Cominidad Universitaria "Santiago Antunéz de Mayolo", Campus universitario de Shancayán - Periodo Anual 2014,» Huaraz , 2018.

[11] Ministerio del Ambiente, *GLOSARIO DE TÉRMINOS PARA LA GESTIÓN,* Lima, 2012.

[12] Ministerio del Ambiente, *Política Nacional del Ambiente,* Lima, 2010.

[13] S. Valdivia , Instrumentos de Gestión Ambiental en el Sector Construcción, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú , 2009.

[14] Ministerio de Agricultura y Riego, «MINAGRI,» 2015. [En línea]. Available: http://minagri.gob.pe/portal/45-sector-agrario/recurso-energetico/342-la-energia-electrica#:~:text=En%20el%20Per%C3%BA%2C%20la%20energ%C3%ADa,de%20motores%20de%20combusti%C3%B3n%2C%20en. [Último acceso: 28 Mayo 2020].

[15] J. L. Doménech, Hiella ecológica y desarrollo sostenible, Madrid: AENOR, 2010.

[16] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, «Reporte Semestral de Monitoreo del Mercado de Hidrocarburos Primer Semestre 2019,» 2019.

[17] M. Borucke , D. Moore, G. Cranston , K. Gracey, K. Ilha, J. Larson, E. Lazarus, J. C. Morales, M. Wackernagel y A. Galli , «Accounting for demand and supply of the biosphere’s regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework,» *Ecological Indicators ,* vol. 24, pp. 518-533, 2013.

[18] A. Bedoya, «Propuesta para el Manejo Integral de los Residuos de la Construcción y Demolición,» Medellín, 2011.

[19] J. Tapias, «Guía de Intervención Sostenible de los Residuos de la Construcción,» Bucaramanga, 2017.

[20] D. Romano, «Medio ambiente, construcción y PVC,» Boletín CF+S > 5 -- Especial: LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD DESPUÉS DE KIOTO, Madrid, 1997.

[21] S. REINAR, «REINAR, S.A.,» 2016 Noviembre 17. [En línea]. Available: https://www.reinarsa.com/2016/11/17/uso-eficiente-de-agua-en-las-construcciones/. [Último acceso: 2021 Junio 01].

[22] E. León , «AGUA, Guía de Agua y Construcción Sustentable,» Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental AC, México DF, 2008.

[23] J. Lara, L. Falfán y A. Villa , Huella ecológica, datos y rostros, Ciudad de México: Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable, 2012.

[24] M. Wackernagel y W. Rees, Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth, Philadelphia: New Society Publishers, 1998.

[25] J. Solis-Guzmán, «Metodología para el cálculo de los factores de impacto de la huella ecológica de la construcción de edificios,» Sevilla, 2011.

IX. Anexos

ANEXO N° 1 DECLARACIÓN JURADA

"AÑO DE LA UNIVERSALIZACIÓN DE LA SALUD"

DECLARACIÓN JURADA

Yo: **INES ALEJANDRA GARCÍA MARTINEZ**, identificada con DNI N° 73938399 con código universitario: **141cv48206**, con domicilio en Jorge Arróspide N°269 Urb. Caja de Depósitos del distrito de Chiclayo, Provincia de Chiclayo, alumna de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, declaro BAJO JURAMENTO que la tesis titulada: **Análisis de la Huella Ecológica como Indicador de Sostenibilidad para los proyectos de Agua Potable y Alcantarillado en la Etapa de Construcción para el distrito de Chiclayo ejecutados en el año 2019**, no ha sido ni viene siendo desarrollada por ninguna persona o institución, sometiéndome a las sanciones que tiene la Universidad, por lo cual firmo el presente documento en señal de veracidad.

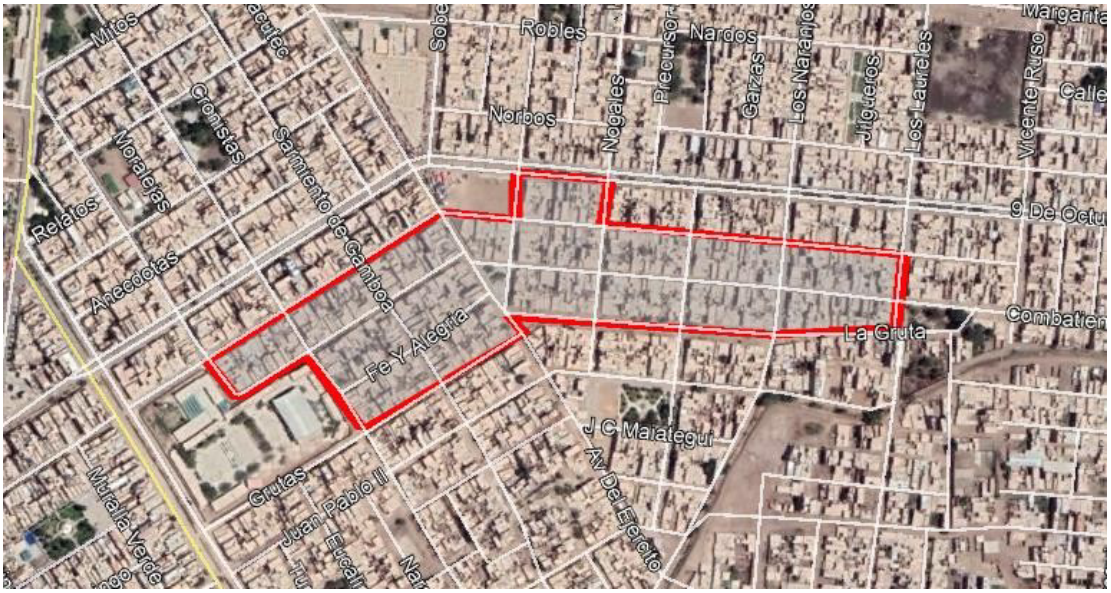
Chiclayo, 30 de octubre del 2020

INES ALEJANDRA GARCÍA MARTINEZ
DNI N° 73938399

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 2 VISTAS SATELITALES

Vista Satelital N°1. Vista satelital UPIS Cruz del Perdón



Fuente: Google Maps

Vista Satelital N°2. Vista satelital Urbanización El Ingeniero I

Fuente: Google Maps

Vista satelital N°3. Vista Satelital Pueblo Joven San Nicolás

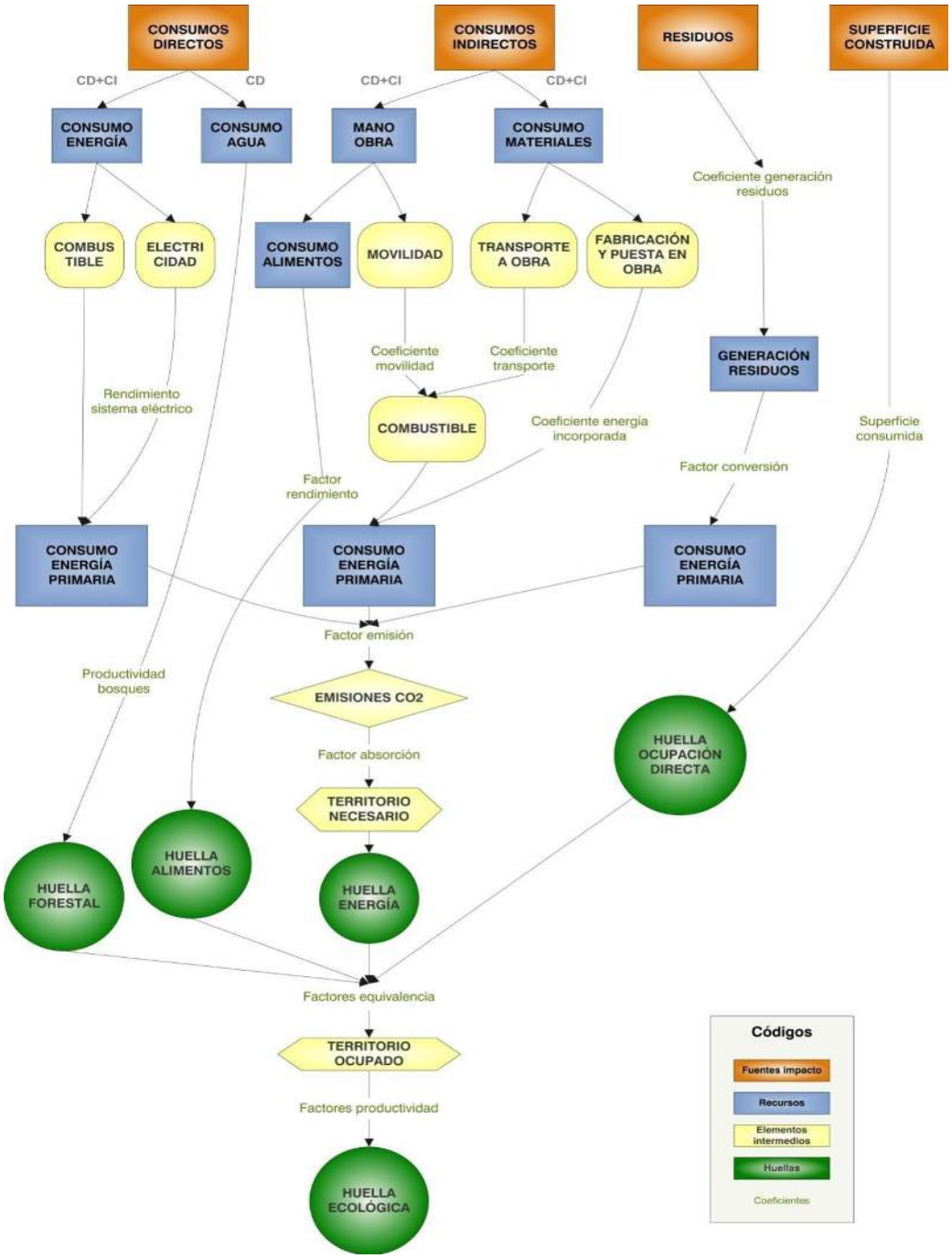
Fuente: Google Maps

Vista Satelital N°4. Vista Satelital UPIS San Miguel

Fuente: Google Maps

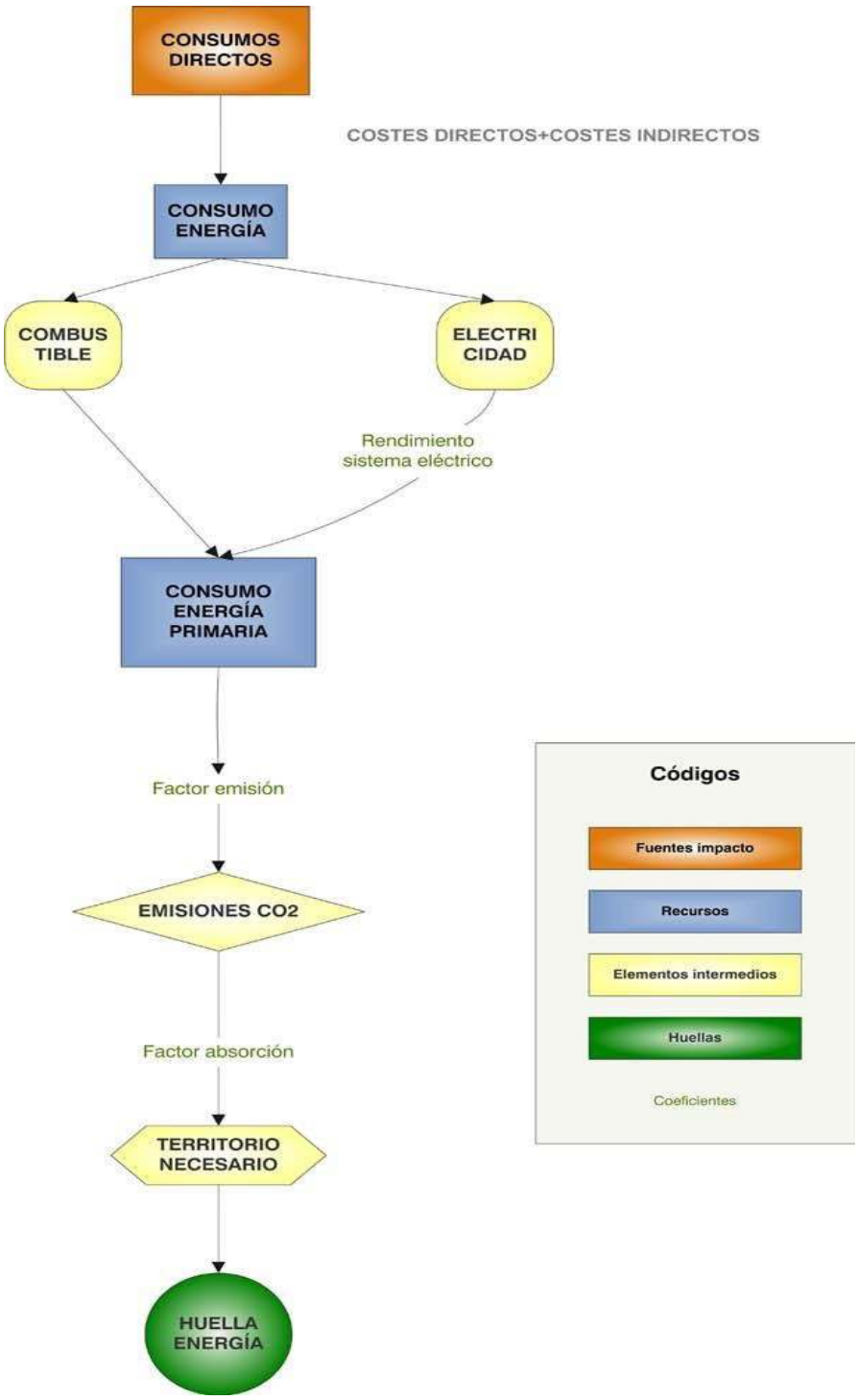
ANEXO N° 3 ESQUEMAS

Esquema N° 1. Árbol genealógico de la investigación



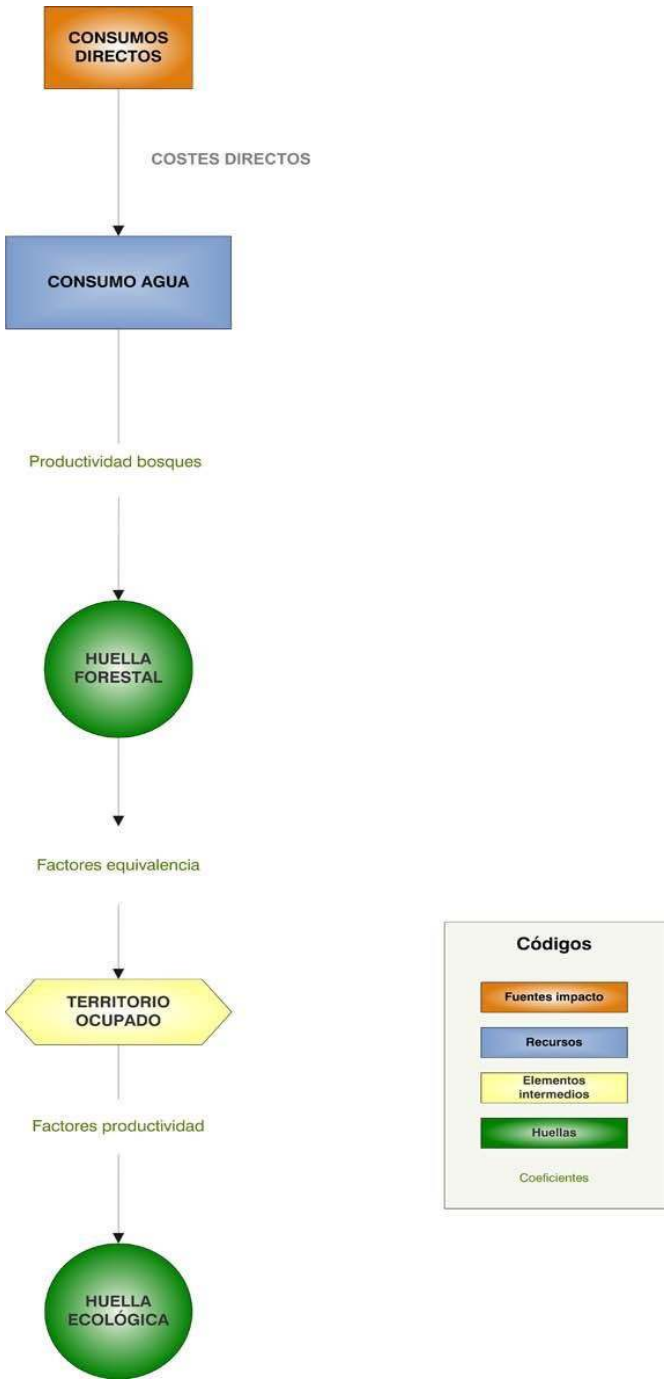
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 2. Calculo de Huella Ecológica de Consumos Directos



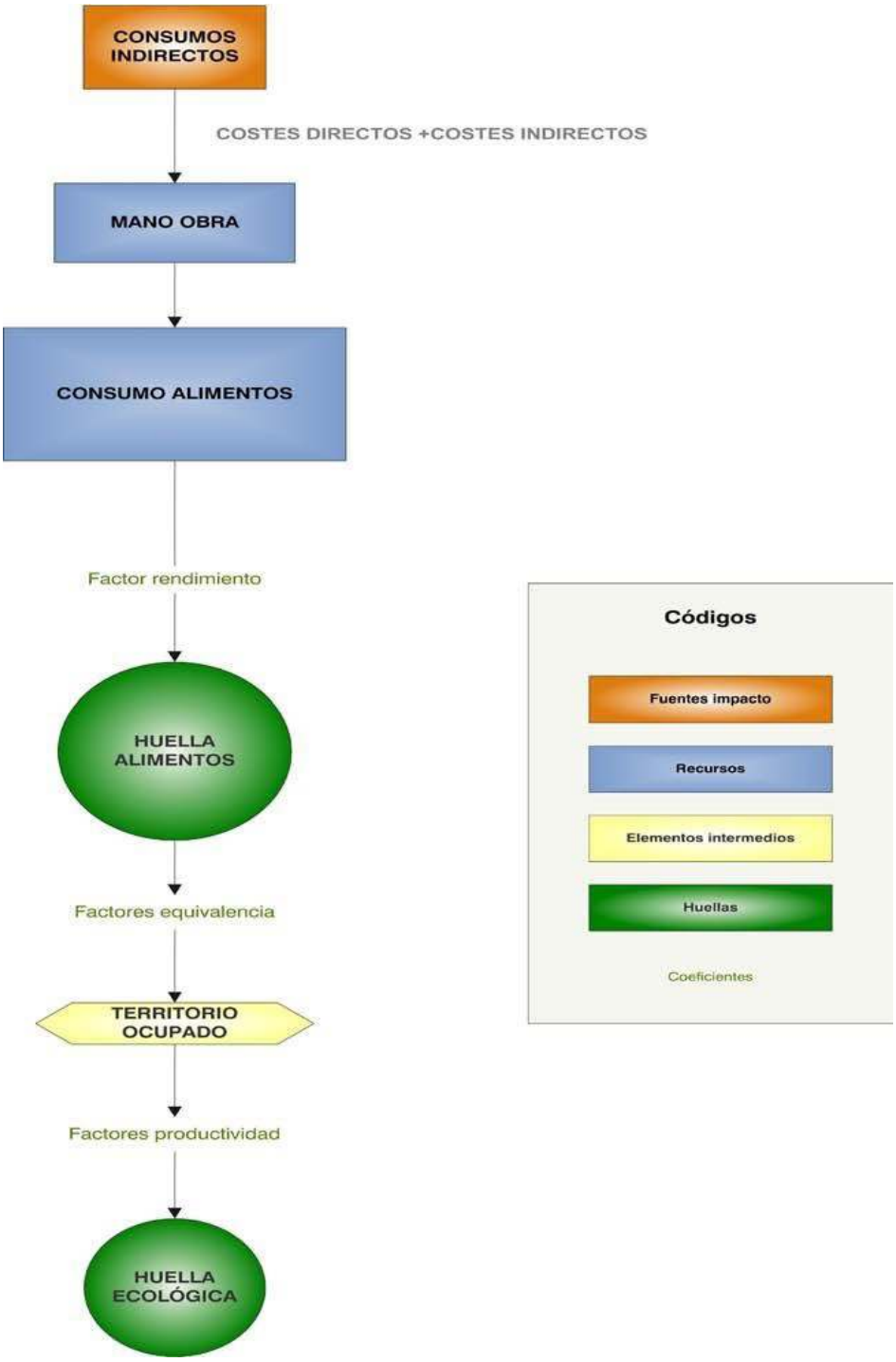
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 3. Cálculo de Huella Ecológica del consumo de agua



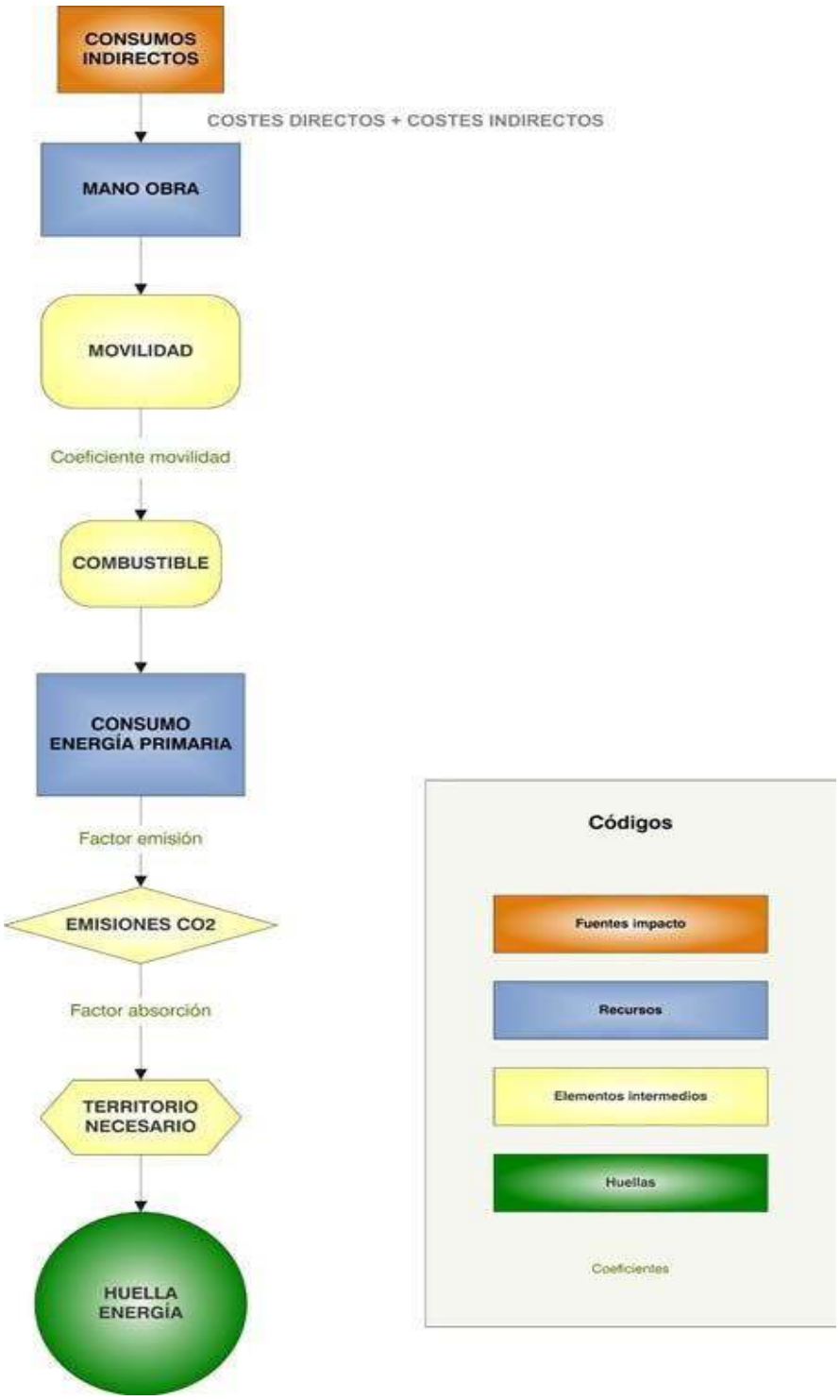
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 4. Cálculo de Huella Ecológica del consumo de Alimentos de Mano de Obra



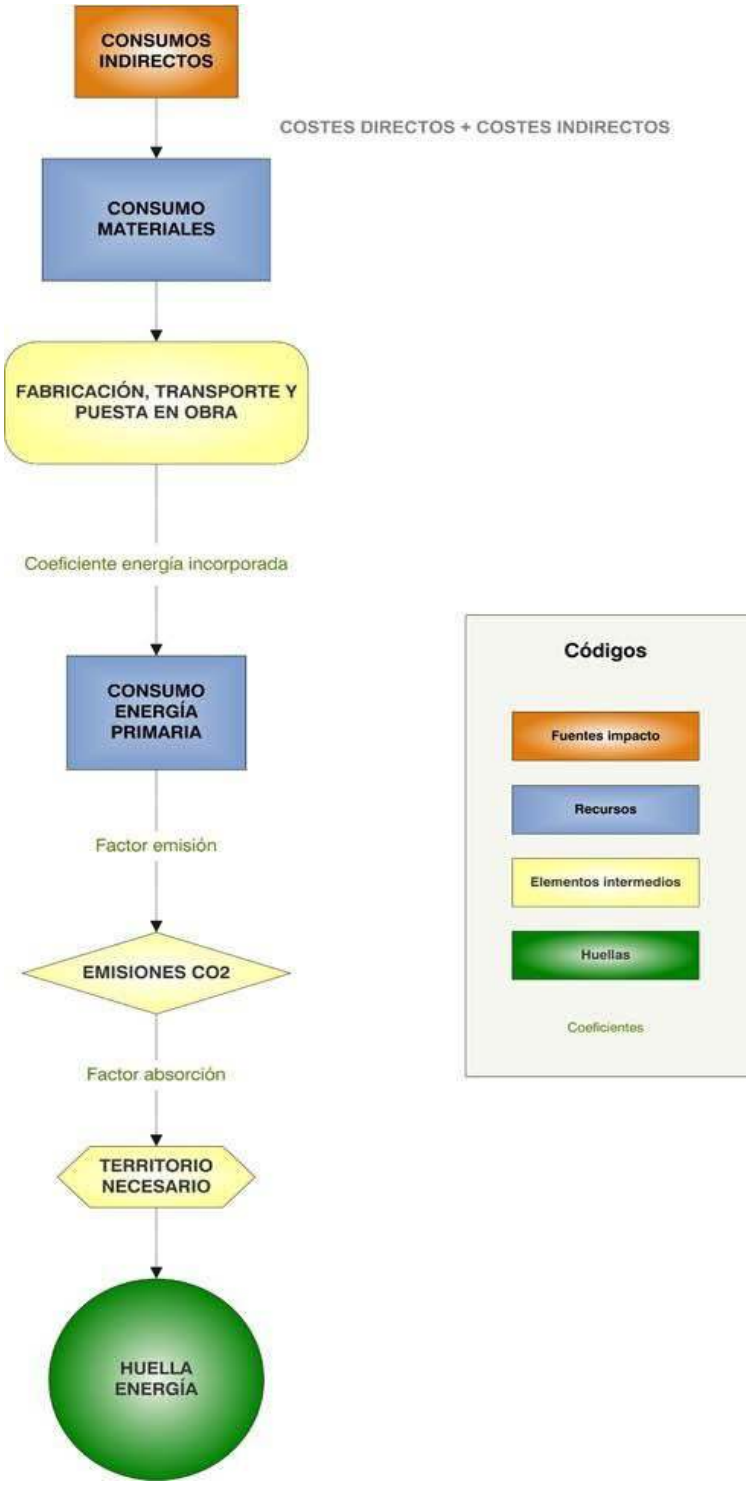
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 5. Cálculo de Huella Ecológica de Transporte de Mano de Obra



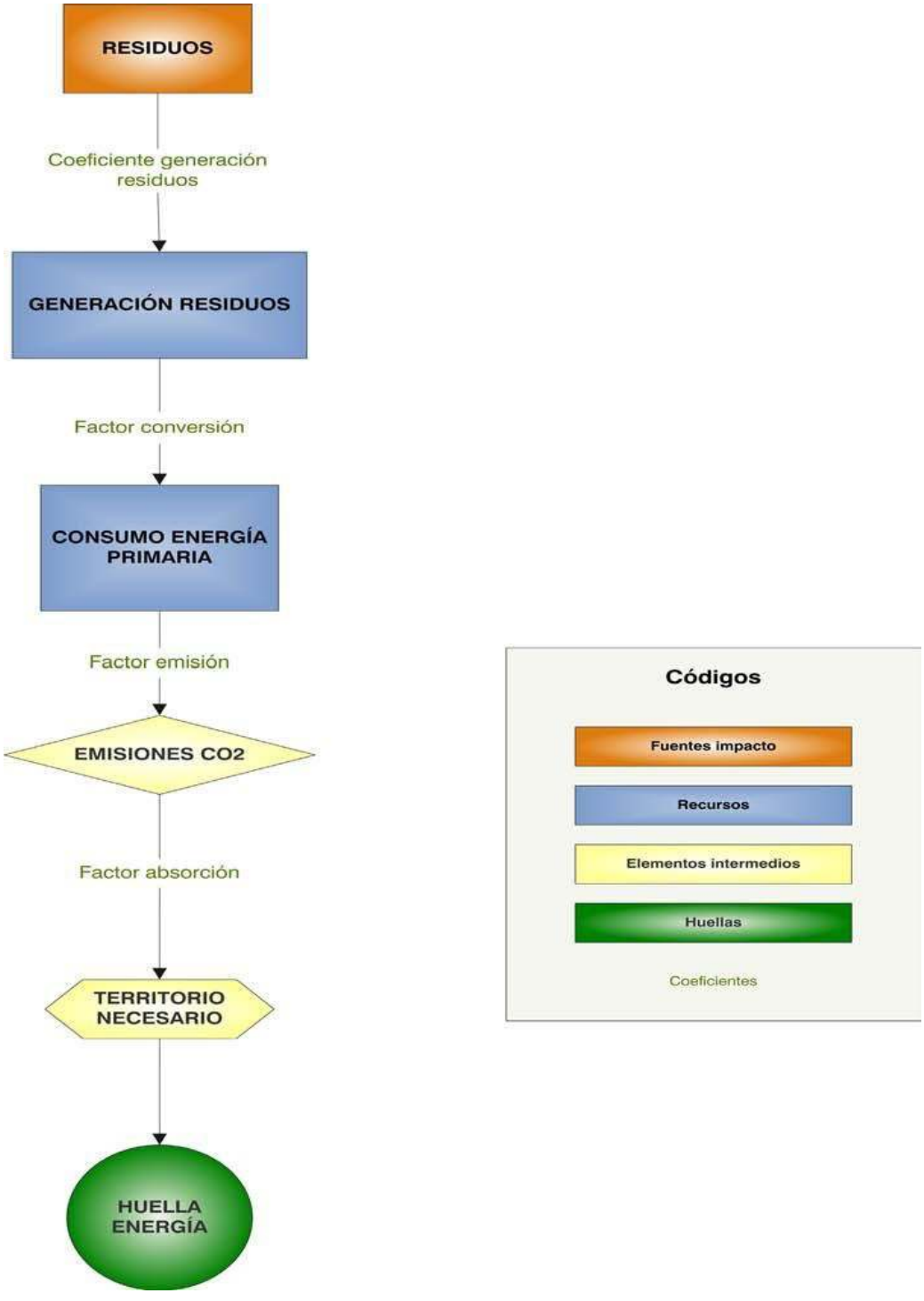
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 6. Cálculo de Huella Ecológica de Materiales de Construcción



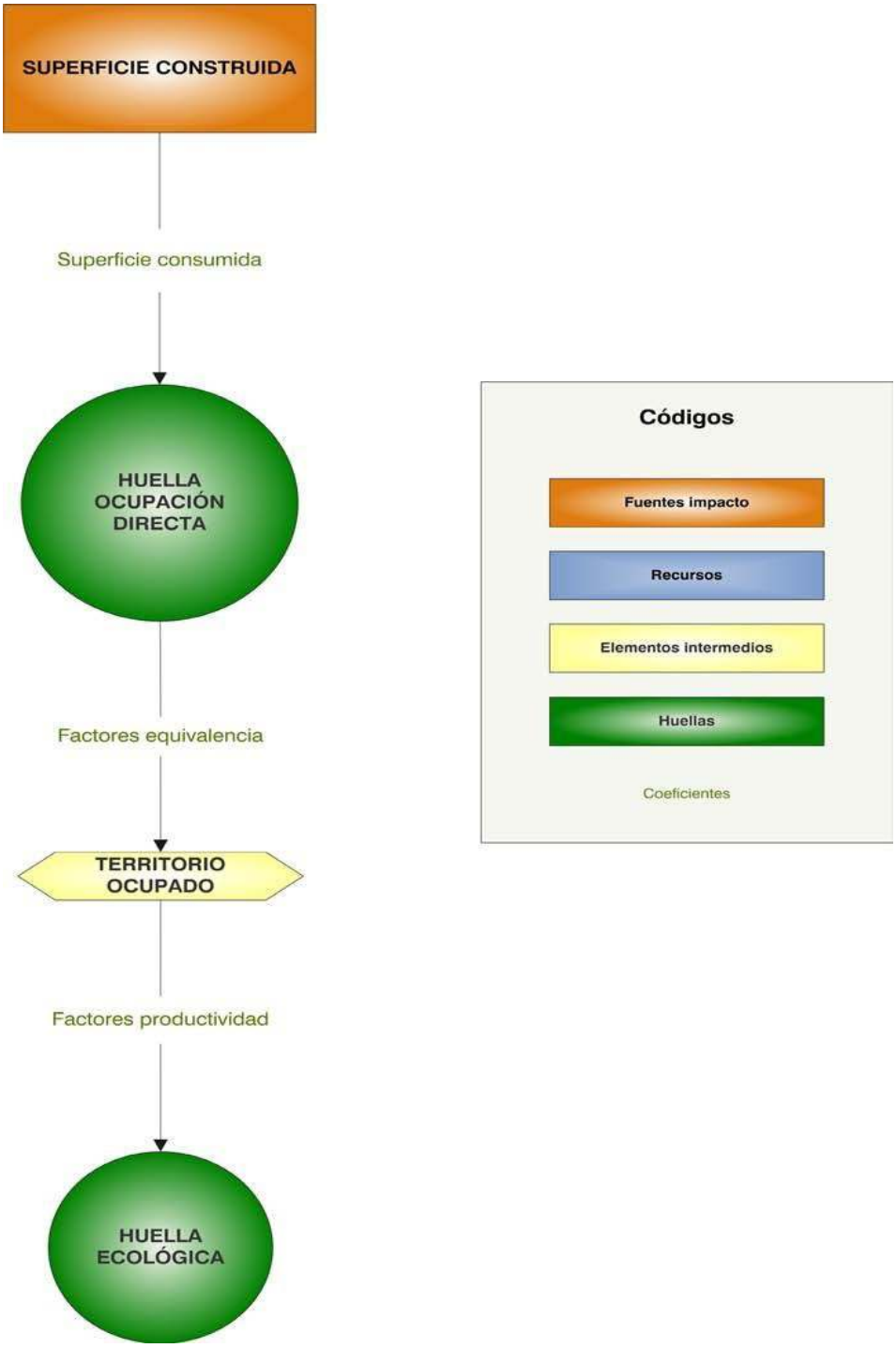
Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 7. Cálculo de Huella Ecológica de los Residuos



Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

Esquema N° 8. Cálculo de Huella Ecológica de Superficie Consumida



Fuente: Evaluación de la huella ecológica del sector edificación en la comunidad Andaluza. [7]

ANEXO N° 4 LISTADO DE INSUMOS A ANALIZAR

LISTADO DE INSUMOS N°1: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URB. EL INGENIERO I - DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGIÓN LAMBAYEQUE"

Materiales	Unidad	Cantidad
YESO BOLSA 28 kg	bol	186.04
ARENA FINA (puesto en obra)	m3	26379.55
ARENA GRUESA (puesto en obra)	m3	116.66
HORMIGON	m3	10.86
MATERIAL GRANULAR (puesto en obra)	m3	1540.78
PIEDRA CHANCADA DE 1/2" (puesto en obra)	m3	129.41
RIPIO CORRIENTE Ømax =3/4"	m3	1603.46
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	23.36
ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal	468.50
HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	511.21
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (PUESTA EN OBRA)	m3	87.84
ANILLO DE JEBE PARA TUBERIA PVC 160mm.	und	227.25
ANILLO DE JEBE PARA TUBERIA PVC 200mm.	und	251.34
ANILLO DE JEBE PARA TUBERIA PVC 250mm.	und	131.74
ANILLO DE JEBE PARA TUBERIA PVC 315mm.	und	5.06
BOTAS DE JEBE	par	60.00
PANEL DE SEÑALIZACIÓN	und	4.00
LENTES DE PROTECCIÓN	und	60.00
CASCO DE PROTECCIÓN	und	60.00
MALLA DE SEGURIDAD L=55m	rll	5.00
CINTA DE SEÑALIZACION L=200mts	rll	6.00
MASCARILLA DE PROTECCIÓN	und	60.00
CONO DE SEÑALIZACION 28"	und	8.00
LLAVE CORPORATION DE 1/2"	und	257.00
TAPA TERMOPLASTICA PARA MEDIDOR DE AGUA	und	257.00
PEGAMENTO PARA PVC	gal	4.88
POSTE DE SEÑALIZACION PREFABRICADO	und	30.00
CAJA DE CONCRETO PREFABRICADA PARA MEDIDOR DE AGUA	und	257.00
CAJA DE REGISTRO PARA DESAGUE PREFABRICADO 03 CUERPOS 60x 30cm.(INCLUYE TAPA)	und	257.00
TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO PARA BUZÓN	pza	40.00
MADERA TORNILLO	p2	514.00
MADERA TORNILLO EN BARROTE DE 4"x 4" (05 usos)	p2	4776.58
MADERA TORNILLO EN TABLON DE 12"x 1" (05 usos)	p2	4776.58
MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO	p2	566.41

Materiales	Unidad	Cantidad
TRANQUERA DE MADERA	und	6.00
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und	25.60
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	186.74
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2"	var	263.94
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 3/8"	var	143.00
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8"	var	124.80
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	447.64
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	134.65
PASE PEATONAL PREFABRICADO L=3.00m (INC. BARANDA)	und	1.00
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA	kg	536.66
HIDRANTE CONTRA INCENDIO DE F°F° DE 4" (CUERPO SUP.+CUERPO INF.+CODO)	und	12.00
MARCO DE FIERRO	pza	2.00
TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO	pza	2.00
MARCO DE F°F° PARA BUZÓN	pza	40.00
MARCO Y TAPA DE F°F° PARA CAJA DE VALVULAS	und	26.00
VALVULA COMPUERTA HD 110 mm.	und	22.00
VALVULA COMPUERTA HD 160 mm.	und	4.00
CEMENTO PORTLAND TIPO Ico (42.5 kg)	bol	72.49
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bol	37.38
CEMENTO PORTLAND TIPO V (42.5 kg)	bol	1180.50
BANDERINES	und	4.00
TUBERIA DE PVC-U S-25 Ø 160mm. PARA DESAGUE	und	227.25
TUBERIA DE PVC-U S-25 Ø 200mm. PARA DESAGUE	und	234.84
TUBERIA DE PVC-U S-25 Ø 250mm. PARA DESAGUE	und	379.71
TUBERIA DE PVC-U S-25 Ø 315mm. PARA DESAGUE	und	5.06
TUBERIA PVC C-10 S/P DE 1/2" x 5 m	und	238.24
TUBERIA PVC-U C-7.5 D=110 mm. UFx 6m. /INC. ANILLO	und	234.36
TUBERIA PVC-U C-7.5 D=160 mm. UFx 6m. /INC. ANILLO	und	154.53
ABRAZADERA DE PVC 110 mm. x 1/2"	und	147.00
ABRAZADERA DE PVC 160 mm. x 1/2"	und	110.00
ADAPTADOR UPR DE PVC DE 1/2"	und	514.00
CODO DE PVC SP DE 1/2" x 45°	und	514.00
CODO PVC DE 160mm. x 45° PARA DESAGÜE	und	257.00
CODO PVC-UF 110mm.x 25.5°	und	3.00
CODO PVC-UF 110mm.x 45°	und	3.00
CODO PVC-UF 110mm.x 90°	und	1.00
CODO PVC-UF 160mm.x 25.5°	und	2.00
CODO PVC-UF 160mm.x 90°	und	2.00
CODO PVC-UF 200mm.x 45°	und	6.00
CODO PVC-UF 250mm.x 45°	und	255.53
CRUZ PVC-UF 110mm.x 110mm.	und	2.00
CRUZ PVC-UF 160mm.x 160mm.	und	1.00
LLAVE DE PASO DE PVC DE 1/2"	und	514.00
MEDIDOR DE CAUDAL DE 1/2"	und	257.00

Materiales	Unidad	Cantidad
REDUCCION DE PVC-UF 160x 110mm.	und	6.00
SILLA TEE PVC UF Ø 200mm. A Ø 160mm.	und	211.00
SILLA TEE PVC UF Ø 250mm. A Ø 160mm.	und	46.00
TAPON HEMBRA PVC-UF 110mm.	und	3.00
TAPON HEMBRA PVC-UF 160mm.	und	1.00
TEE PVC-UF 110mm.x 110mm.	und	6.00
TEE PVC-UF 160mm.x 110mm.	und	12.00
TEE PVC-UF 160mm.x 160mm.	und	7.00
TEE PVC-UF 200mm.x 200mm.	und	3.00
TEE PVC-UF 250mm.x 250mm.	und	456.67
UNION ROSCADA H-M DE PVC DE 1/2"	und	514.00
CHALECO	und	60.00
PANTALON	und	60.00
POLOS	und	60.00
GUANTES DE	par	60.00
ZAPATOS DE	par	60.00
CALAMINA GALVANIZADA DE 1.83M.x 0.83m.	und	30.60
LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC-UF	gal	145.98

LISTADO DE INSUMOS N°2: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA UPIS CRUZ DEL PERDON – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

Materiales	Unidad	Cantidad
ABRAZADERA DE PVC 110 mm. x 1/2" Incluy e anillo	und	281.00
ABRAZADERA PVC 160mm x 1/2" Incluy e anillo	und	18.00
ACERO CORRUGADO Ø 1/2" Fy =4200 KG/CM2	v ar	195.90
ACERO CORRUGADO Ø 5/8" Fy =4200 KG/CM2	v ar	11.18
ACERO DE REFUERZO FY=4200 GRADO 60	kg	350.06
ACERO F'y =4200 Kg/cm2	kg	366.60
ADAPTADOR DE BRONCE DE 1/2"	und	1,196.00
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	51.50
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg	795.79
ANILLO DE CAUCHO PARA PVC DN 110mm	und	301.13
ANILLO DE CAUCHO PARA PVC DN 160mm	und	860.36
ARENA FINA	m3	11.24
ARENA GRUESA	m3	61.80
ARENILLA	m3	3,662.50
BOTAS DE CAUCHO #42	PAR	64.00
CAJA DE CONCRETO P/MEDIDOR AGUA	und	299.00
CAJA DE REGISTRO PRE FABRICADO DE 3 CUERPOS + FONDO	und	299.00
CASCO TIPO JOCKEY AMARILLO CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	20.00
CASCO TIPO JOCKEY AZUL CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	12.00
CASCO TIPO JOCKEY BLANCO	und	16.00
CASCO TIPO JOCKEY ROJO CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	20.00
CASCO TIPO JOCKEY VERDE CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	12.00
CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg.)	BOL	1,127.31
CHALECO REFLECTIVO	und	64.00
CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO B.T. L=200m.	rll	4.00
CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	21.70
CLAVOS PARA MADERA C/C 4"	kg	376.59
CODO DE 45 SP PVC SAP P/AGUA DE Ø110mm(Equip.)	und	1.00
CODO DE 90 SP PVC SAP P/AGUA DE Ø110mm (Equip)	und	1.00
CODO DE PVC Ø 6" x 45º	und	299.00
CODO Fo.Fo. C/BRIDA C-125 ANSI 4"X90°	und	4.00
CODO PVC SAP 1/2" x 45°	und	598.00
CODO PVC SAP 1/2" x 90°	und	299.00
CONCRETO F'C=210 KG/CM2 (Caja v álv ulas)	m3	13.78
CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 80 CM DE ALTURA	und	12.00
CORDEL	m	1,388.69
CRUZ PVC ISO 4422 DN=110 mm. x 110 mm. (Iny ectada)	und	10.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (Caja v álv ula)	m2	140.14
FORRO DE PROTECCION PARA TUBERIA (PVC SAP CL.5, D=110mm)	m	1,389.97
GRIFO CONTRA INCENDIO 4"	und	4.00
GUANTES DE CUERO	und	64.00
HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	6.52

Materiales	Unidad	Cantidad
HORMIGON	m3	4.05
IMPERMEABILIZANTE BITUMINOSO	gln	19.36
LENTES DE POLICARBONA LUNA CLARA	und	64.00
LLAVE CORPORATION DE 1/2"	und	299.00
LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC UF	gln	135.39
MADERA TORNILLO	p2	1,699.85
MALLA CERCADORA NARANJA H=1.00 L=50m	rll	4.00
MARCO DE F°F°	und	23.00
TAPA PREFABRICADA DE CONCRETO	und	23.00
MARCO Y TAPA TERMOPLASTICO (EPSEL)	und	299.00
MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	38.12
MEDIDOR DE CAUDAL PARA AGUA S=1/2"	und	299.00
NIPLE PVC SAP CL 7.5 Ø110mm x 0.15m	und	4.00
NIPLE PVC SAP CL.7.5 Ø110mm x 0.30m	und	4.00
NIPLE STANDAR C/TUERCA1/2"	und	598.00
PEGAMENTO PARA PVC AGUA FORDUIT	gln	0.60
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	59.33
PINTURA ESMALTE	gln	1.39
PUNTALES Ø 4" x 4"x 3m (16 usos)	pza	7,491.88
REDUCCION 160 mm. x 110 mm. PVC-UF	und	3.00
REGLA DE PISO 2"x 6"x 10'	und	30.50
REJILLA METALICA	und	299.00
RESPIRADORES DESCARTABLES	und	64.00
ÑAL INFORMATIVA DE MADERA (INCLUYE POSTE DE MADERA) H=1.20m, L=1.2	und	8.00
SEÑALES PREVENTIVAS 0.75m x 0.75m	und	8.00
EÑALES REGLAMENTARIA DE MADERA (INCLUYE POSTE DE MADERA) H=1.70	und	8.00
SILLA TEE PVC UF Ø 200 mm. A Ø 160 mm.	und	299.00
TAPA DE CONCRETO ARMADO P/CAJA DESAGUE DE 0.30mx 0.60m	und	299.00
TAPA F°F° LIVIANA 8" X 8" (Inc.Instalación)	pza	13.00
TAPONES DE ESPUMA CON CUERDA	und	64.00
TEE PVC ISO 4422 DN=110 mm. x 110 mm. (Equip.)	und	4.00
TEE PVC ISO 4422 DN=110 mm. x 110 mm. Inyectada(Equip.)	und	1.00
TEE PVC ISO A-7.5 SP 160 mm. x 160 mm.	und	3.00
TRANQUERA DE MADERA 1.20x 1.00	und	8.00
TRANSICION 110 mm. PVC-UF A FºF°	und	4.00
TRAVESAÑO DE 3" x 3" x 1m.	pza	7,491.88
TUB. PVC UF CL-7.5 Ø=160 mm.x 6 m. PRESION P/AGUA	m	157.68
TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO 4"	und	4.60
TUBERIA PVC DESAGUE S-25 UF x 6.0 m. CP Ø=160 mm.	m	1,524.00
TUBERIA PVC SAP PRESION C-10 EC DE 1/2" x 5 mt.	und	277.99
TUBERIA PVC UF DN=110 mm. ISO 4422 CL-7.5	m	1,808.13
UNION PRESION ROSCA 1/2"	und	598.00
VALVULA COMPUERTA HD ISO 7559 DN=110mm (equipada)	pza	13.00
VALVULA DE PASO PVC 1/2"	und	598.00
WINCHA DE 100m	und	7.49
YESO DE 15 Kg	BOL	159.13

LISTADO DE INSUMOS N°3: "REPOSICION DE RED Y CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL PUEBLO JOVEN SAN NICOLAS, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO"

Materiales	Unidad	Cantidad
ABRAZADERA PVC DN 110mm x 1/2" INC. ANILLO DE JEBE	und	211.00
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	499.44
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m	var	150.91
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 5/8" X 9 m	var	11.18
ADAPTADOR DE BRONCE DE 1/2"	und	844.00
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	26.00
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	7.50
ALAMBRE NEGRO N° 16 kg	kg	13.20
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	445.12
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	6.00
ANILLO DE CAUCHO PARA PVC DN 110 mm	und	226.97
ANILLO DE CAUCHO PARA PVC DN 160 mm	und	599.29
ARENA FINA	m3	292.70
ARENA GRUESA	m3	52.75
ARENILLA	m3	1329.54
BOTAS DE CAUCHO #42	par	64.00
CABALLETES DE 1.20m X 1.20m	und	8.00
CACHIMBA DE PVC DE 200 mm X 160 mm	und	211.00
DE CONCRETO 0.30x0.60m PARA DESAGUE (01 BASE, 02 INTERMEDIOS Y 01 M	und	211.00
CAJA DE POLIETILENO DE 200x400mm INC. TAPA, PARA CONEXION DE AGUA	und	211.00
CASCO TIPO JOCKEY AMARILLO	und	20.00
CASCO TIPO JOCKEY AZUL	und	12.00
CASCO TIPO JOCKEY BLANCO	und	16.00
CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	20.00
CASCO TIPO JOCKEY VERDE	und	12.00
CEMENTO PORTLAND MS	bol	1012.22
CEMENTO PORTLAND TIPO Ico (42.5 kg)	bol	2.28
CHALECO REFLECTIVO	und	64.00
CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO B.T. L=200m.	rll	4.00
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	4.07
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	39.81
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	178.06
CODO DE 22.5° DE PVC U DN 110mm	und	9.00
CODO DE PVC DN 160mm	und	211.00
CODO F°F° C/BRIDA C-125 ANSI 4"x 90°	und	2.00
CODO PVC SAP C/R 1/2" X 90°	und	633.00
CONO DE SEÑALIZACION NARANJA	und	12.00
CRUZ DE PVC U DN 110mm	und	2.00
FORRO DE PROTECCIÓN TUBO DE 2" PARA TUBERIAS	m	934.14
GRIFO CONTRA INCENDIO T/POSTE 2 BOCAS TIPO LUFLEX-110mm	und	2.00

Materiales	Unidad	Cantidad
GUANTES DE CUERO	par	64.00
HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	111.56
HOJAS INFORMATIVAS PARA CAPACITACIONES	mll	4.00
HORMIGON	m3	1.53
IMPERMEABILIZANTE BITUMINOSO	gal	15.44
LENTES DE POLICARBONA LUNA CLARA	und	64.00
LLAVE CORPORATION DE 1/2" PVC	und	211.00
LUBRICANTE PARA PVC	gal	45.79
MADERA TORNILLO	p2	1306.37
MALLA CERCADORA NARANJA H=1.00 L=50m	rll	4.00
MEDIDOR DE CAUDAL PARA AGUA D=1/2"	und	211.00
NIPLE DE BRONCE DE 1/2"	und	422.00
PEGAMENTO CPVC	gal	0.42
PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	50.32
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	45.69
PUNTALES 4"x 4"x 3.00m (16 USOS)	pza	3521.20
RESPIRADORES DESCARTABLES	und	64.00
RIPIO CORRIENTE 3/4"	m3	79.49
EÑAL INFORMATIVA DE MADERA (INCLUYE POSTE DE MADERA) H=1.20m, L=1.20	und	8.00
SEÑAL PREVENTIVA 75 X 75 cm	und	8.00
SEÑAL REGLAMENTARIA DE MADERA (INCLUYE POSTE DE MADERA) H=1.70m	und	8.00
TAPA CONCRETO ARMADO P/CAJA DESAGÜE DE 0.30mx 0.60m	und	211.00
TAPA DE CONCRETO	und	22.00
MARCO DE FIERRO FUNDIDO 0.60 m CIERRE HERMETICO	und	22.00
TAPON HEMBRA PVC U DE 110mm	und	6.00
TAPONES DE ESPUMA CON CUERDA	und	64.00
TEE DE PVC U DN 110mm	und	15.00
TRANSICION F°F° - PVC 110mm	und	4.00
TRAVESAÑO 3"x 3"x 1m	pza	3521.20
TUBERIA DE PVC DE 6" CL. 5	m	50.10
TUBERIA F°F° BRIDADO 4"x 6" ANSI	m	2.00
TUBERÍA PVC UF PN 8 DN 110 mm ISO 16422	m	1363.94
TUBERIA PVC UF SN4 D=160 mm x 6m CON ANILLO	und	177.29
TUBERIA PVC UF SN4 D=200 mm x 6m CON ANILLO	und	227.99
TUBERIA PVC-SAP C-10 C/R DE 1/2" X 5 m	und	186.83
UNION UNIVERSAL DE BRONCE 1/2"	und	422.00
VALVULA COMPUERTA DN 110 DE HIERRO DUCTIL TIPO ISO UF	und	11.00
VALVULA DE PASO 1/2"	und	211.00
YESO BOLSA 5 kg	bol	2741.82

LISTADO DE INSUMOS N°4: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA UPIS SAN MIGUEL, DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

Materiales	Unidad	Cantidad
ABRAZADERA PVC DE 75MM X 1/2"	und	81
ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1121.08
ADAPTADOR DE BRONCE DE 1/2"	und	324
AFIRMADO ZARANDEADO (puesto en obra)	m3	23.53
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg	35.2
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	340.0952
ANILLO UNION FLEXIBLE PARA PVC O 200 mm	und	135.33476
ANILLOS UNION FLEXIBLE PARA PVC D = 75 mm	und	119.5056
ANILLOS UNION FLEXIBLE PARA PVC O 160 mm	und	98.75
ARENA GRUESA (puesto en obra)	m3	31.775
ARENILLA (puesto en obra)	m3	608.23323
ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal	22.625
BANNER P/CARTEL DE OBRA	m2	17.28
BARANDAS	und	6
BLOQUES DE CONCRETO (RESTRICCION TRANSITO)	und	8
BOTAS DE CAUCHO	par	6
BOTINES DE SEGURIDAD CON PUNTA DE ACERO	par	30
CACHIMBA DE PVC-SAL DE 200 mm X 160 mm X 45°	und	79
CAJA DE CONCRETO P/MEDIDOR DE AGUA	und	81
CAJA DE REGISTRO PARA DESAGUE PREFABRICADO 03CUERPOS 60x30cm.(INCLUYE TAPA)	pza	79
CASCO TIPO JOCKEY AZUL	und	10
CASCO TIPO JOCKEY BLANCO	und	3
CASCO TIPO JOCKEY ROJO	und	15
CASCO TIPO JOCKEY VERDE	und	6
CEMENTO PORTLAND TIPO MS(42.5 kg)	bol	212.25
CEMENTO PORTLAND TIPO V (42.5 kg)	bol	251.76
CINTA DE SEGURIDAD AMARILLA	und	4
CINTA DE SEGURIDAD ROJA	und	3
CINTA TEFLON	und	97.2
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	2.75
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	29.2388
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg	41.7772
CODO 75 mm x 90° PVC - UF ISO	und	7
CODO PVC SAP S/P 1/2" X 45°	und	32.4
CODO PVC SAP S/P 1/2" X 90°	und	81
CONOS REFLECTANTES	und	6
DISCO DE CORTE	und	0.905
GRIFO CONTRA INCENDIO F°F° ISO AWWA C503	und	1

Materiales	Unidad	Cantidad
GUANTES DE CUERO	par	30
GUANTES DE JEBE	par	5
HIPOCLORITO DE CALCIO AL 70%	kg	109.44075
LENTES DE POLICARBONA LUNA CLARA	und	30
LLAVE CORPORATION DE 1/2"	und	81
LUBRICANTE PARA TUBERIA PVC	gal	21.295
MADERA TORNILLO	p2	1731.788
MALLA DE SEGURIDAD NARANJA	rll	3
MALLA RASCHEL	rll	1
MARCO DE FIERRO	pza	16
MARCO Y TAPA TERMOPLASTICO P/MEDIDOR DE AGUA	pza	81
MEDIDOR DE AGUA DE 1/2"	und	81
MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	4.9775
NIPLE DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/2" x 2"	und	162
PANTALON DRILL NARANJA	und	30
PEGAMENTO PARA PVC	gal	1.5061
PIEDRA CHANCADA 1/2" (puesto en obra)	m3	45.81
PLACA RECORDATORIA	und	1
POLO MANGA LARGA	und	30
RIPIO CORRIENTE DE 3/4" (puesto en obra)	m3	54.75024
SEÑALES REGLAMENTARIAS 75 X 75 cm	und	12
TAPA F°F° LIVIANA 8" X 8" (Inc.Instalación) PARA VALVULA	pza	2
TAPA PRE FABRICADA DE CONCRETO	pza	16
TAPON HEMBRA PVC UF DN 75 MM, ISO 4422	und	3
TAPONES DE SILICONA CON CUERDA	und	30
TEE 200 mm X 75 mm PVC - UF NTP ISO 4422	und	1
TEE 75 mm X 75 mm PVC - UF NTP ISO 4422	und	4
TRANQUERA DE MADERA DE 1.20 X 1.20 m	und	3
TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 4 mm	und	8
TUB. D=75 mm PVC UF CL 7.5 ISO 4422	pza	121.59
TUBERIA PVC DESAGUE S-25 UF x 6.00m CP D=160mm	pza	67.782
TUBERIA PVC DESAGUE S-25 UF x 6.00m CP D=200mm	pza	137.69525
TUBERIA PVC-SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m	und	73.0905
UNION PRESION ROSCA 1/2" PVC	und	162
VALVULA COMPUERTA F°F° NTP ISO 7259. DN 75 mm, ISO PN	und	1
VALVULA DE ALIVIO DE PRESION PN 10 DN 75 MM	und	1
VALVULA DE PASO 1/2"	und	81
WINCHA METALICA DE 50 m	und	2.28023
YESO BOLSA 28 kg	bol	22.8023

ANEXO N° 5 CALCULO DE PRODUCTIVIDAD ENERGETICA DE LA GASOLINA

P_i	**Cálculo de Productividad energética (GJ/ha)**		
		$= \frac{\quad}{\quad}$	
	Factor de absorción (kg CO2/ha)		1.42 TC/ha/año
	Capacidad de bosques para asimilar el CO2.		
	Factor de emisión de Gasolina		73000.0 Kg CO2/ TJ
	Principal combustible para maquinaria		73. TCO2/ha/año
Fuente: Ministerio del Ambiente. " Guía / Manual: Guía N°1: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero – Sector Energía".https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-ndeg-1elaboracion-reporte-anual- gases-efecto-invernadero-sector			
Cálculo para el factor de emisión de gasolina			
		Peso molecular	44.01 g/mol
		Peso molecular	12.01 g/mol
		Factor de conversión de CO2 a	0.272892524
	Factor de emisión de		***19.9 TC/TJ***
Por lo tanto:	PE gasolina =	1.42. TCO2/ha/año / 19.9 TC/TJ =	*71.28 GJ/ha/año*

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 6 PRODUCTIVIDAD ENERGETICA DEL AGUA

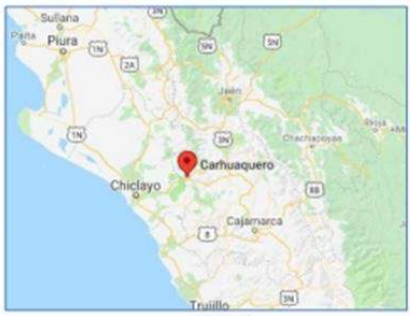
Osinergmin

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

CENTRAL HIDROELÉCTRICA CARHUAQUERO IV (10 MW)

EMPRESA CONCESIONARIA	ORAZUL ENERGY EGENOR
La central tiene una capacidad de 10 MW, el proyecto aprovecha las aguas del rio Chancay, con un caudal nominal de 2,5 m³/s.	
UBICACIÓN	
Departamento	Cajamarca
Provincia	Chota
Distrito	Llama
Altitud	377 msnm
DATOS DE LA CENTRAL	
Potencia Instalada	10 MW
Tipo de Central	De pasada
Salto Neto – Salto Bruto	-
Caudal Nominal	2,5 m³/s
Recurso Hídrico	Rio Chancay. Reservorio Cirato
DATOS DE LA TURBINA	**Turbina G1**
Tipo de Turbina	Pelton
Potencia Nominal	10,773 MW
Caudal Nominal	2,5 m³/s
Marca	Vatech
Año de Fabricación	-
DATOS DEL GENERADOR	**G4**
Potencia Nominal	10 MW
Tensión de Generación	4,16 kV
Factor de Potencia	0,8
Marca	Leroy Somer
Año de Fabricación	-
DATOS DEL TRANSFORMADOR	**T1**
Potencia Nominal	27 MVA
Relación de Transformación	10/220 kV
Marca	-
Año de Fabricación	-

DATOS DE CONTRATO		**HITOS**	
Tipo de Contrato	Suministro RER (1ra Subasta)		
Firma de Contrato	31.03.2010		
Energía Ofertada	66,5 GWh/año	POC	22.05.2008 (si)
Precio de la Energía Ofertada	7,00 US$/MWh		
Puesta en Operación Comercial	22.05.2008		



Ubicación

Casa de Máquinas

Productividad energética (GJ/ha)					
Central de abastecimiento energetico para lugar de ubicación de obras					
Central Hidroeléctrica Carhuaquero IV (10MW)					
		Producción	***66.50 GWh***		
	1 GWh = 3,600 GJ				
	Produccion en GWh =		***239,400.00 GJ***		
		Área	***246 ha***		
Productividad energética (GJ/ha)=			***973.17 GJ/ha***		

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N° 7 TABLA DE EMISONES DE CO2 SEGUN FAMILIAS DE MATERIALES

CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
	AISLANTES		
001	Elastómero aislante de tubos	kg	4.06
002	Espuma de urea formaldehido in situ	kg	2.897
003	Espuma de vidrio	kg	1.5
004	Fibra de celulosa (incluido soplado) (d=50kg/m3)	lkg	0.26
005	Fibra de vidrio	kg	2.408
006	Lámina de poliestireno expandido	kg	3.355
007	Lámina de urea formaldehido rígida	kg	2.776
008	Lana de roca	kg	1.368
009	Lana de roca, empaquetada	kg	1.262
010	Lana de vidrio en rollo	kg	1.387
011	Poliestireno extruido (XPS)	kg	2.901
012	Poliuretano (espuma)	kg	3.498
	MORTEROS		
013	Cal apagada suelta	kg	0.739
014	Cal apagada empaquetada	kg	0.749
015	Cal hidráulica	kg	0.805
016	Cal viva en cascotes suelta	kg	0.96
017	Cal viva suelta	kg	0.962
018	Cal viva empaquetada	kg	0.971
019	Cemento (genérico)	kg	0.758
020	Cemento con escoria de alto horno	kg	0.442
021	Cemento Portland con escoria de alto horno	kg	0.701
022	Cemento Portland calcáreo	kg	0.715
023	Cemento Portland II/A-L 42,5 R	kg	0.818
024	Cemento Portland 52,5 R	kg	0.828
025	Estuco	kg	0.069
026	Mortero de cal	kg	0.596
027	Mortero de cemento	kg	0.191
028	Mortero ligero	kg	0.471
029	Pasta adhesiva	kg	1.023
030	Pasta de arcilla	kg	0.018
031	Suelo continuo de cemento	kg	0.171
032	Tabla de fibra de yeso	kg	0.279
033	Tabla de yeso laminado	kg	0.335
034	Yeso (mineral)	kg	0.002
	ARIDOS Y PIEDRAS		
035	Arcilla	kg	0.003
036	Arcilla expandida	kg	0.349

CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
037	Arena	kg	0.002
038	Arena de Sílice	kg	0.021
039	Grava genérica	kg	0.003
040	Grava en bolos	kg	0.002
041	Grava de machaqueo	kg	0.004
042	Bloque de arenisca	kg	0.060
043	Perlita	kg	0.001
044	Perlita expandida	kg	0.952
045	Piedra caliza	kg	0.002
046	Piedra caliza machacada para moler	kg	0.002
047	Piedra caliza machacada lavada	kg	0.002
048	Piedra caliza molida suelta	kg	0.012
049	Piedra caliza molida empaquetada	kg	0.022
050	Piedra natural, placa para suelo	kg	0.342
051	Piedra natural, placa cortada	kg	0.251
052	Piedra natural, placa pulida	kg	0.415
	PINTURAS		
053	Aglutinante acrílico	kg	1.279
054	Barniz acrílico	kg	1.738
055	Betún	kg	0.382
056	Lámina de betún modificado,unión en caliente	kg	0.486
057	Lámina de betún modificado, unión en frío	kg	0.353
058	Pintura (disolvente: agua)	kg	2.212
059	Pintura (disolvente: otro)	kg	2.212
060	Sellante bituminoso/mezcla asfal.	kg	0.970
	CERAMICOS		
061	Baldosa cerámica	kg	0.766
062	Cerámica sanitarios (porcelana)	kg	2.258
063	Ladrillo o bloque cerámico	kg	0.212
064	Ladrillo refractario básico empaquetado	kg	2.233
065	Ladrillo refractario de arcilla empaquetado	kg	1.123
066	adrillo refractario alto en óxido alum., empaquetad	kg	0.851
	PLASTICOS		
067	ABS (plástico)	kg	3.121
068	intería de ventana de PVC (esp 10cm y d=1.390kg/	kg	1.693
069	Etileno-acetato de vinilo (caucho- vinilo)	kg	1.815
070	Fenólico (resina)	kg	3.702
071	Goma sintética	kg	2.394
072	Látex	kg	2.422
073	Metacrilato	kg	5.566
074	Poliamida reforzada con fibra de vidrio	kg	7.629

CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
075	Poliéster (resina)	kg	4.268
076	Poliéster reforzado con fibra de vidrio	kg	3.378
077	Poliestireno GPPS (general)	kg	2.754
078	Poliestireno expandible (EPS)	kg	2.594
079	Poliestireno alto impacto (HIPS)	kg	2.794
080	Polietileno alta densidad (HDPE)	kg	1.573
081	Polietileno baja densidad (LDPE)	kg	1.694
082	Polietileno de baja densidad linear (LLDPE)	kg	1.495
083	Polietileno tereftalato (PET)	kg	2.421
084	Polipropileno	kg	1.679
085	Poliuretano (espuma flexible, camas y muebles)	kg	4.028
086	PVC	kg	1.835
087	Resina epoxi	kg	5.940
088	Sellante goma natural (caucho)	kg	1.690
089	Sellante de polisulfido	kg	1.258
090	Tetrafluoroetileno (sustitutivo vidrios exteriores)	kg	9.805
	HORMIGONES		
091	Baldosa de hormigón	kg	0.225
092	Bloque de hormigón	kg	0.121
093	Bloque hormigón aireado autoclave	kg	0.403
094	Fibrocemento (chapa ondulada)	kg	0.623
095	Fibrocemento (baldosa)	kg	0.783
096	Fibrocemento (tejas)	kg	0.691
097	Hormigón (d=2380kg/m^3)	kg	0.110
098	Hormigón de cimentación 2385kg/m^3	kg	0.067
099	Hormigón pobre (limpieza) 2190kg/m^3	kg	0.056
100	Hormigón alta resistencia 2440kg/m^3	kg	0.133
101	Hormigón alta resistencia contra heladas (d=2440kg/m3)	kg	0.118
102	Teja de hormigón	kg	0.206
	MADERAS		
103	Carpintería ventana madera10 cm 5KN/m^3	kg	-1.026
104	Corcho (baldosa o lámina)	kg	-0.739
105	Lana de madera	kg	-1.600
106	Madera blanda (resto) (=600kg/m3)	kg	-1.227
107	Mad. dura (ébano, boj, encina) (d=1.100kg/m3)	kg	-0.998
108	Papel	kg	-0.675
109	Papel reciclado	kg	-0.648
110	uerta interior madera ciega (esp 10cm y d=5 kN/m3	kg	-0.802
111	uerta interior madera-vidrio (esp 10 cm y d= 5kN/m	kg	-0.323
112	uerta exterior madera-vidrio (esp 10cm y d= 5kN/m	kg	1.077
113	de lana de madera aglomerada con cemento (d=5	kg	-0.097

CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
	VARIOS		
118	Agua potable en usuario final	kg	0.000
119	Emulsión asfáltica	kg	0.193
120	Explosivo	kg	1.384
121	Tensioactivos (prod. limpieza)	kg	1.872
122	Plastificante	kg	4.405
	METALES		
123	Acero de baja aleación (genérico)	kg	1.623
124	Acero cromado (inoxidable)	kg	4.906
125	Acero reforzado	kg	1.344
126	Aluminio mixto (genérico)	kg	6.698
127	Aluminio primario	kg	9.533
128	Bronce	kg	2.682
129	Cobre (genérico)	kg	1.853
130	Cobre primario	kg	1.785
131	Hierro de fundición	kg	1.343
132	Latón	kg	2.364
133	Pellets de hierro, de la fabricación	kg	0.079
134	Plomo	kg	0.998
135	Zinc	kg	3.165
	VIDRIOS		
136	Vidrio plano no recubierto	kg	0.520
137	Vidrio plano recubierto	kg	0.628

milias medioambientales de materiales con transformacion

	TIPO DE MATERIAL	Und	ISIONES kgCO2/
	ARIDOS Y PIEDRAS mod		
138	Arcilla en saco	kg	0.008
139	Arcilla expandida	kg	0.349
140	Arcilla expandida en saco	kg	0.354
141	Arena	kg	0.002
142	Grava de machaqueo	kg	0.004
143	Grava en bolos	kg	0.002
144	aliza machacada (albero, marmolina, polvo mármo	kg	0.002
145	Arena de Sílice	kg	0.021
146	Arena de sílice empaquetada	kg	0.026
	MORTEROS mod		
147	Cal hidráulica en saco	kg	0.814
148	Cal viva en cascotes en saco	kg	0.969
149	Cemento (genérico) en saco	kg	0.763
150	Cemento cola	kg	2

CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
151	Cemento con escoria de alto horno en saco	kg	0.446
152	Cemento Portland con escoria de alto horno en saco	kg	0.706
153	Cemento Portland calcáreo en saco	kg	0.72
154	Cemento Portland 42,5 R en saco	kg	0.823
155	Cemento Portland 52,5 R en saco	kg	0.833
156	Mortero de cemento	kg	0.191
157	Tabla de yeso laminado y fibra de vidrio	kg	3
158	Tabla de yeso laminado y poliestireno expandido	kg	3
159	Tabla de celulosa de cemento	kg	0.083
	CERÁMICOS mod		
160	Ladrillo o bloque cerámico	kg	0.212
	HORMIGONES mod		
161	Bloque de hormigón aireado en autoclave	kg	0.403
162	Hormigón (d=2380kg/m3)	kg	0.11
163	Bloque de hormigón	kg	0.121
	PLÁSTICOS mod		
164	Película de polietileno	kg	2.096
165	Película de PVC	kg	2.237
166	Tubo de polietileno	kg	1.885
167	Tubo de polipropileno	kg	1.991
168	Tubo de PVC	kg	2.147
169	Pieza PVC	kg	3.014
170	Bloque de poliestireno	kg	3.933
171	Pieza polietileno (enchufe, interruptor...)	kg	2.873
172	Pieza poliéster	kg	5.447
173	Pieza ABS	kg	4.299
174	Pieza Polipropileno	kg	2.858
175	Pieza/Plancha Poliuretano	kg	5.206
176	Tubería polietileno	kg	2.006
177	Tubería etileno-acetato vinilo (caucho-vinilo)	kg	2.127
178	Plancha poliestireno	kg	3.933
	MADERAS mod		
179	Madera blanda tratada	m3	-1.227
180	Madera dura tratada	m3	-0.992
181	Papel reciclado	kg	-0.648
182	Tablero de lana de madera aglomerada con cemento	m3	-0.097
	METALES mod		
183	Cable de aluminio	kg	8.760
184	Cable de cobre	kg	3.915
185	Lámina Aluminio	kg	7.247
186	Lámina de acero	kg	1.954

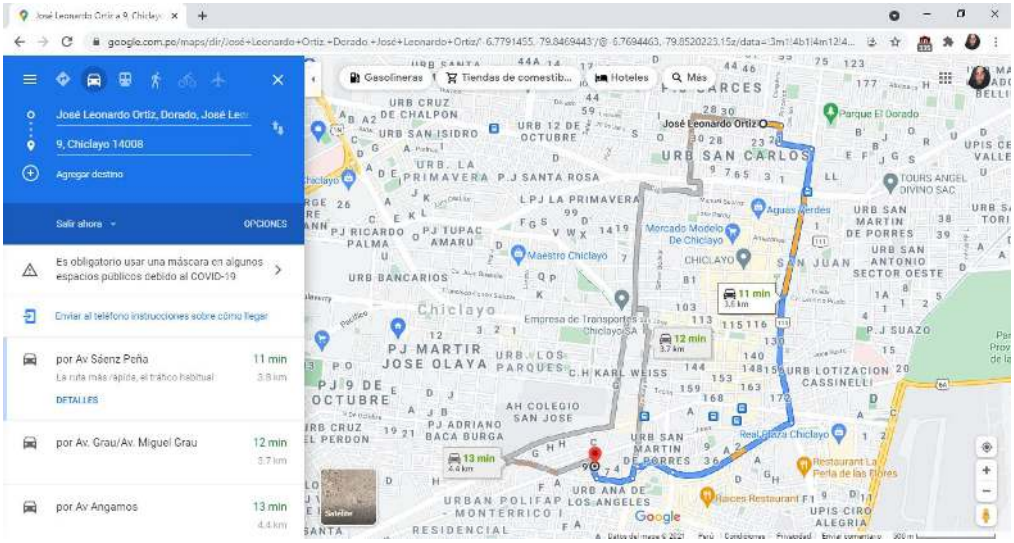
CODIGO	TIPO DE MATERIAL	Und	EMISIONES kgCO2/kg
186	Lámina de acero	kg	1.954
187	Perfil de acero laminado	kg	1.781
188	Pieza de acero cromado/galvanizado	kg	7.446
189	Pieza de aluminio	kg	9.648
190	Tubería de cobre	kg	2.202
191	Tubería de acero	kg	1.972
192	Pieza latón	kg	3.552
193	Pieza bronce	kg	3.879
	GRASAS Y ACEITES mod		
194	grasa procedente de biomasa	kg	0.83

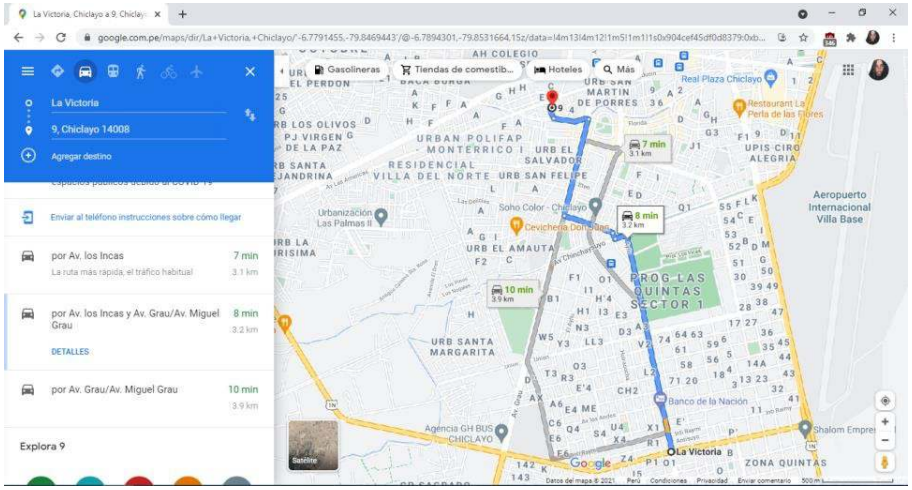
Fuente: Presupuesto Ambiental. Evaluación de la Huella Ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía [7]

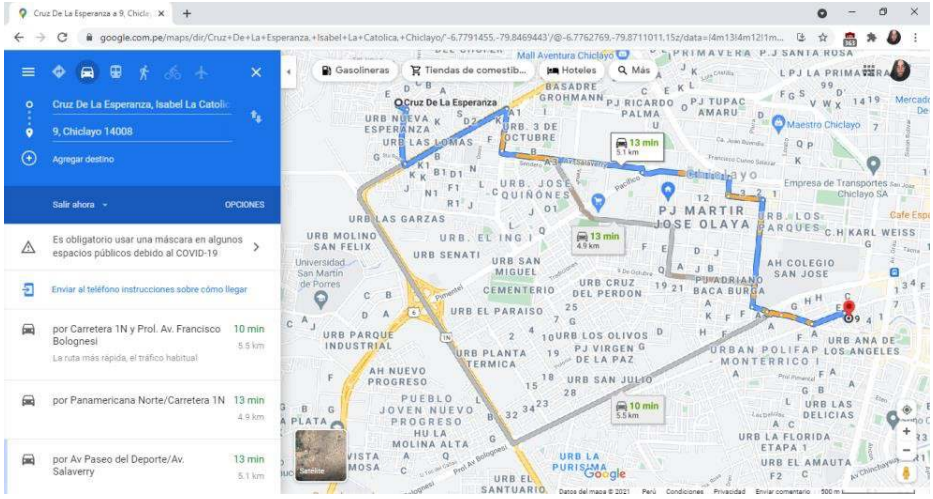
ANEXO N° 8 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A URB. EL INGENIERO I

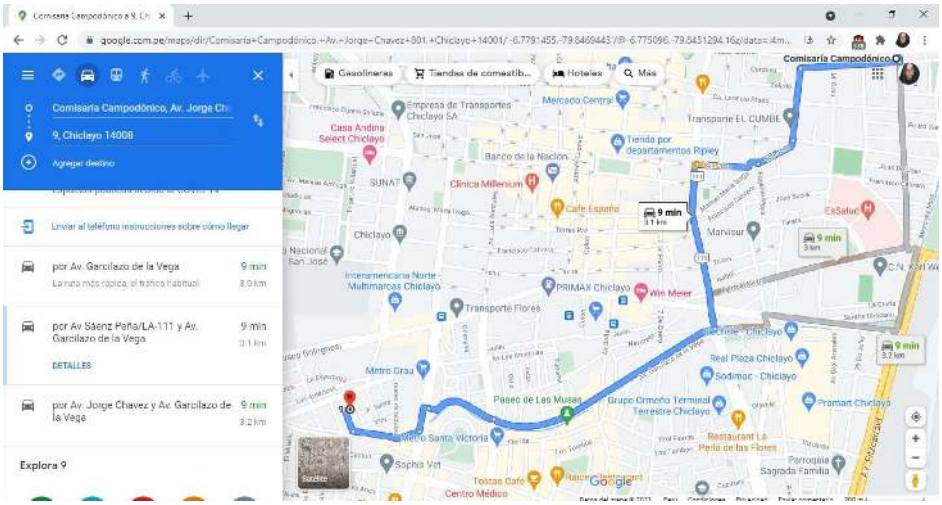
	Distancia	Promedio
Desde José Leonardo Ortiz	3.8	*3.97*
	3.7	
	4.4	
Desde La Victoria	3.1	*3.40*
	3.2	
	3.9	
Desde Cruz de la Esperanza	6.5	*5.50*
	4.9	
	5.1	
Desde Campodonico	3	*3.10*
	3.1	
	3.2	

Fuente: Elaboración propia







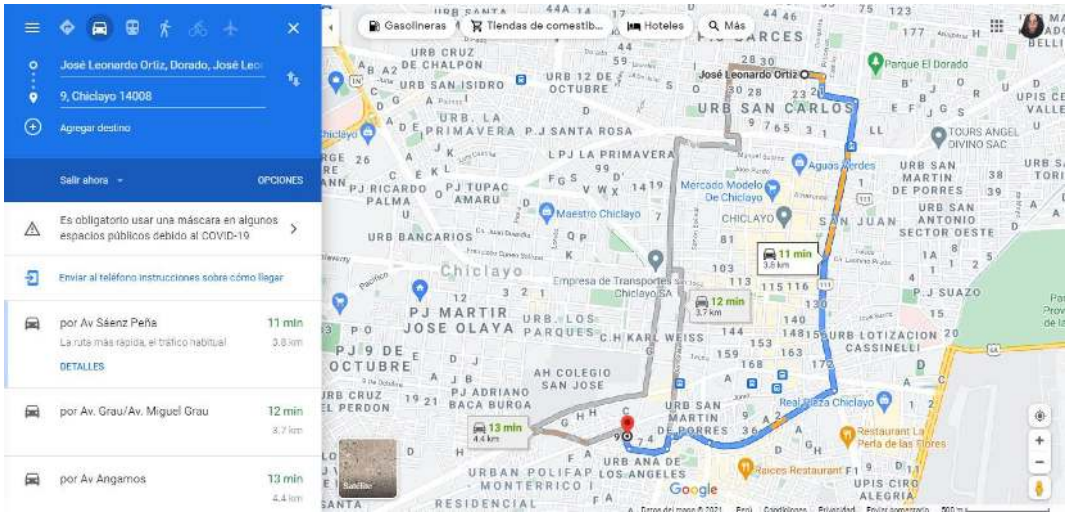


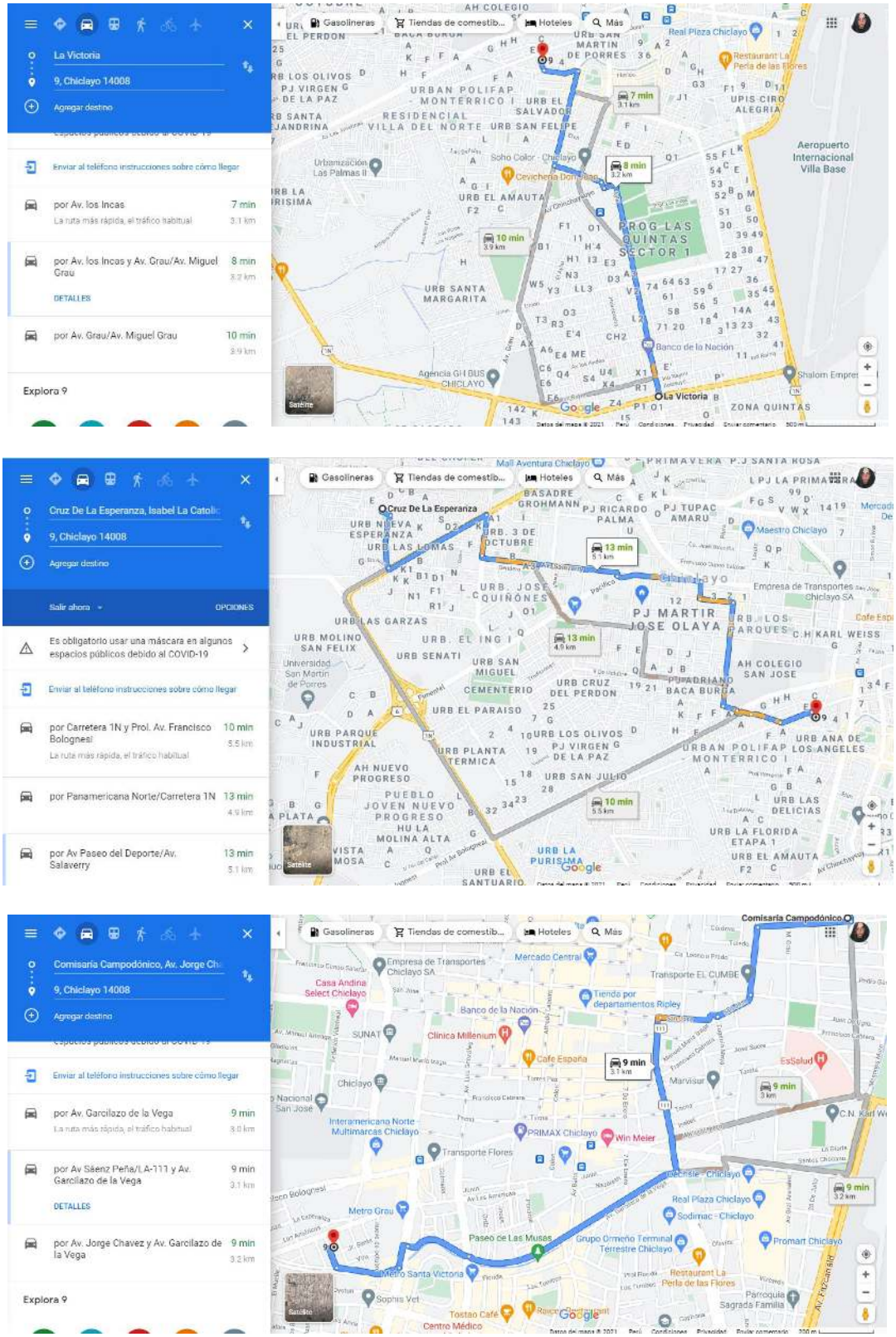
Fuente: Google Maps

ANEXO N° 9 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A P.J. SAN NICOLÁS

	Distancia	Promedio
Desde José Leonardo Ortiz	3.8	*3.97*
	3.7	
	4.4	
Desde La Victoria	3.1	*3.40*
	3.2	
	3.9	
Desde Cruz de la Esperanza	5.5	*5.17*
	4.9	
	5.1	
Desde Campodonico	3	*3.10*
	3.1	
	3.2	

Fuente: Elaboración Propia



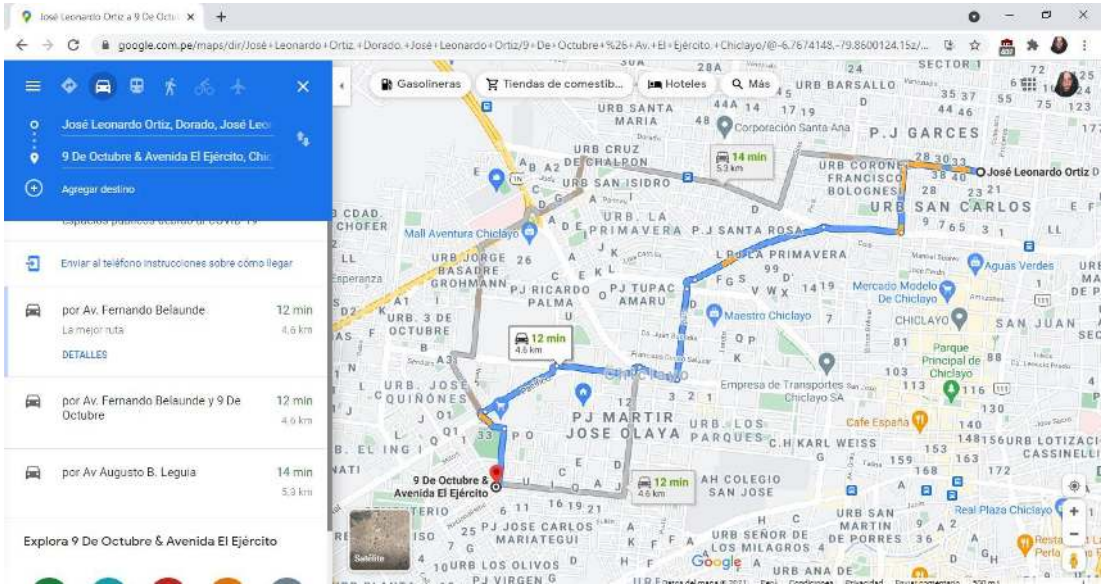


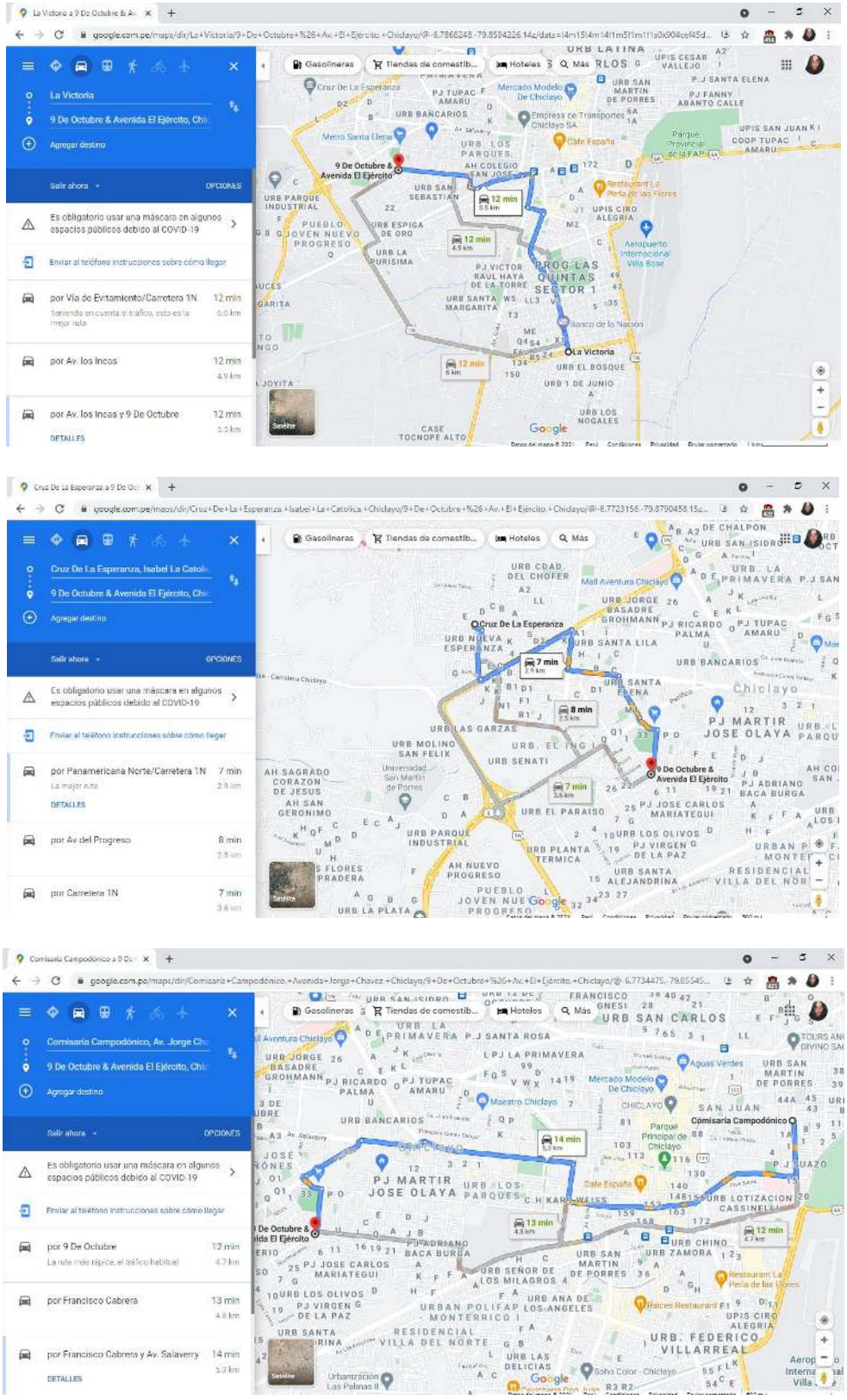
Fuente: Google Maps

ANEXO N° 10 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A UPIS CRUZ DEL PERDÓN

	Distancia	Promedio
Desde José Leonardo Ortiz	4.6	*4.83*
	4.6	
	5.3	
Desde La Victoria	6	*5.47*
	4.9	
	5.5	
Desde Cruz de la Esperanza	2.9	*3.00*
	2.5	
	3.6	
Desde Campodonico	4.7	*4.93*
	4.8	
	5.3	

Fuente: Elaboración Propia.



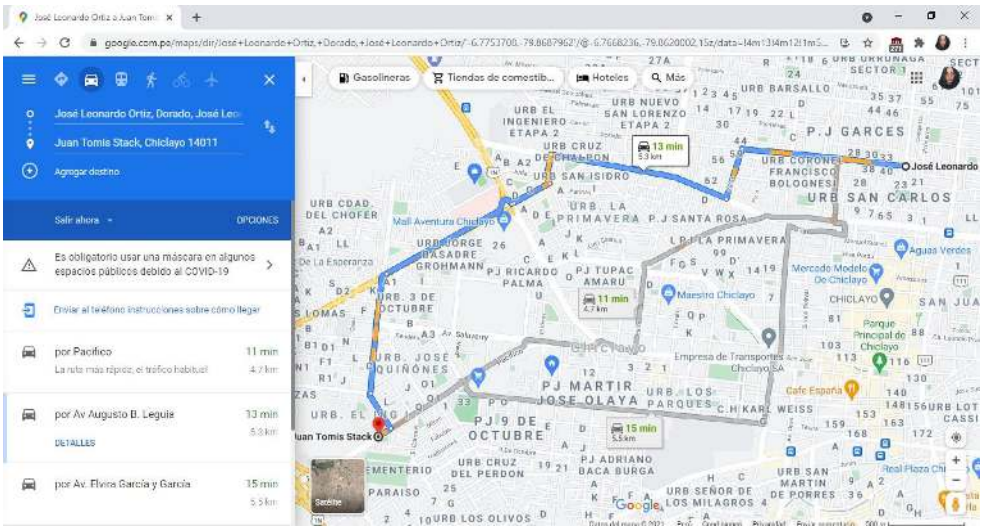


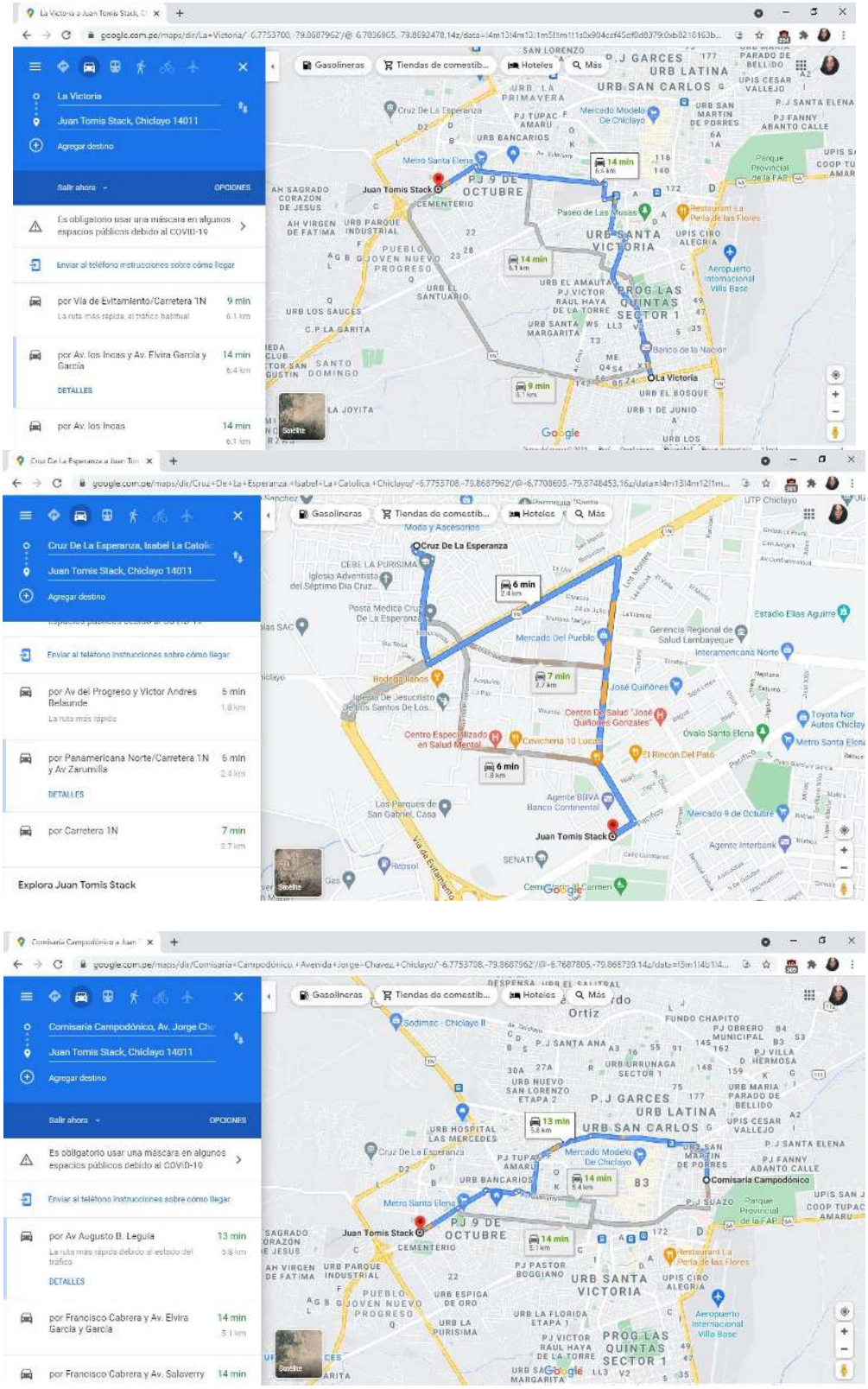
Fuente: Google Maps

ANEXO N° 11 CÁLCULO DE DISTANCIA PROMEDIO A UPIS SAN MIGUEL

	Distancia	Promedio
Desde José Leonardo Ortiz	4.7	*5.17*
	5.3	
	5.5	
Desde La Victoria	6.1	*6.20*
	6.4	
	6.1	
Desde Cruz de la Esperanza	1.8	*2.30*
	2.4	
	2.7	
Desde Campodonico	5.8	*5.43*
	5.1	
	5.4	

Fuente: Elaboración Propia





Fuente: Google Maps

ANEXO N° 12 DENSIDAD DE RCD PARA OBRAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

MEJORAMIENTO Y AMPLIACION SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA URB. EL INGENIERO I - DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - REGIÓN LAMBAYEQUE				
CORTE Y REMOCION DE CARPETA ASFALTICA e=5.0cm.	m2	1,464.06		73.20
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. min=5.00 Km.	m3	1,602.94		1,602.94
ELIMINACION DE BUZONES EXISTENTES	und	39.00		44.11
		1.13	1	
REMOCION Y ELIMINACION DE TUBERIAS EXISTENTES DE ALCANTARILLADO	m	2,174.86		89.80
		0.2032	0.2032	
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. min=5.00 Km.	m3	595.60		595.60
REMOCION Y ELIMINACION DE CAJAS DE REGISTRO DE DESAGÜE	und	257.00		37.01
	0.3	0.60	0.8	
REMOCION Y ELIMINACION DE TUBERIAS EXISTENTES DE ALCANTARILLADO (CONEX. DOMIC.)	m	1,323.55		30.74
		0.1524	0.1524	
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. min=5.00 Km.	m3	1,672.50		1,672.50
REMOCION Y ELIMINACION DE TUBERIAS EXISTENTES DE AGUA POTABLE (REDES)	m	2,230.00		51.79
		0.1524	0.15	
REMOCION Y ELIMINACION DE CAJAS DE REGISTRO DE AGUA POTABLE	und	257.00		9.25
	0.3	0.30	0.4	
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST. min=5.00 Km.	m3	231.30		231.30
DEMOLICION DE VEREDAS	m2	231.30		231.30
DEMOLICION DE VEREDAS	m2	154.20		154.20

Acero	23.79	0.45%
Concreto y Asfalto	525.28	10.04%
Tierra de Excavación	4102.34	78.38%
Tubos de PVC	172.33	3.29%
Otros	410.234	7.84%
	5233.98	

Fuente: Elaboración Propia

REPOSICION DE RED Y CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL SAN NICOLAS, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE			
DEMOLICION DE BUZONES EXISTENTES	und	21	37.11
DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 M	m2	211	21.10
REMOCION DE CAJAS DE CONCRETO DE ALCANTA	und	177	23.90
REMOCION DE CAJAS DE CONCRETO DE AGUA	und	177	13.28
REMOCION DE TUBERÍA PARA ALCANTARILLADO E	m	1325.5	58.30
REMOCION DE TUBERÍA PARA AGUA EXISTENTE	m	1296.99	20.37
ELIMINACION DE DESMONTE, Dist min. 25 km	m3	226.27	226.27
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min=2	m3	953.99	953.99
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min= 2	m3	482.02	482.02
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min=2	m3	556.41	556.41
ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE Dist. min=2	m3	199.16	199.16

Acero	4.62	0.17%
Concreto y Asfalto	92.48	3.44%
Tierra de Excavación	2417.85	90.04%
Tubos de PVC	118.01	4.39%
Otros	52.21	1.94%
	2685.17	

Fuente: Elaboración Propia

"MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA UPIS SAN MIGUEL, DISTRITO DE CHICLAYO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE							
ACOPIO Y ELIMINACION DESMONTE PROVENIENTE	m3	6.33		6.33	Acero	1.35	0.11%
ACARREO Y ELIIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	187.6		187.60	Concreto y Asfalto	31.95	2.71%
ACARREO Y ELIIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	25.06		25.06	Tierra de Excavación	779.46	66.14%
DEMOLICION DE BUZONES EXISTENTES	m3	26.97		26.97	Tubos de PVC	287.79	24.42%
REMOCION DE TUBERIA EXISTENTE	m	786.83		191.86	Otros	77.95	6.61%
		0.2032	1.2			1178.50	
ACARREO Y ELIIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	414.49		414.49			
ACARREO Y ELIIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	145.98		145.98			

Fuente: Elaboración Propia

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA UPIS CRUZ DEL PERDON – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO – DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE" – SNIP 2360988"							
ACARREO Y ELIMINACION DE BUZONES EXISTENTE	m3	50.53		50.53			
ACARREO Y ELIMINACION DE VEREDAS DE CONCR	m3	39.65		39.65	Acero	42.64	0.94%
ACARREO Y ELIMINACION DE CAJAS DE REGISTRO	m3	124.38		124.38	Concreto y Asfalto	310.95	6.88%
ACARREO Y ELIMINACION DE CAJAS DE CONCRET	m3	38.87		38.87	Tierra de Excavación	4120.13	91.21%
ACARREO Y ELIMINACION DE TUBERIAS C.S.N. Y C.	m3	73.89		73.89	Tubos de PVC	2.13	0.05%
ACARREO Y ELIMINACION DE TUBERIAS DE A°C° 16	m3	4.07		4.07	Otros	41.20	0.91%
ACARREO Y ELIMINACION DE TUBERIAS DE A°C° 11	m3	22.22		22.22		4517.05	
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENT	m3	1,217.43		1217.43			
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	104.29		104.29			
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDEN	m3	649.48		649.48			
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENT	m3	1,870.94		1870.94			
ACARREO Y ELIMINACION DE TUBERIAS DE A°C° 16	m3	3.9		3.9			
ACARREO Y ELIMINACION DE TUBERIAS DE A°C° 11	m3	22.37		22.37			
ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENT	m3	277.99		277.99			

Fuente: Elaboración Propia

	R1	R2	R3	R4	Promedio	Total de residuo	Densidad	Peso kg	
Acero	0.45%	0.17%	0.11%	0.94%	0.42%	57.36	7850.00	450243.08	
Concreto y Asfalto	10.04%	3.44%	2.71%	6.88%	5.77%	785.40	2400.00	1884971.99	
Tierra de Excavación	78.38%	90.04%	66.14%	91.21%	81.44%	11088.37	1700.00	18850236.44	
Tubos de PVC	3.29%	4.39%	24.42%	0.05%	8.04%	1094.44	1400.00	1532216.26	
Otros	7.84%	1.94%	6.61%	0.91%	4.33%	589.12	660.00	388820.85	
						13614.70		23106488.62	*Total en kg*
								23106.49	*Total en ton*
								1.70	*Densidad*

Fuente: Elaboración Propia