



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua
de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Díaz Ramos, José Andrés (ORCID: 0000-0002-7847-9600)

Rojas Gutiérrez, Abel Arturo (ORCID: 0000-0002-0158-3709)

ASESOR:

Dr. Ing. Herrera Viloche, Alex Arquimedes (ORCID: 0000-0001-9560-6846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras Hidráulicas y Saneamiento

TRUJILLO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios por permitirme culminar con bien nuestra carrera universitaria.

Dedicado a mis padres María Marleny Ramos Gómez y Juan Gonzalo Diaz Vargas, por ser el motivo e incentivo en mis estudios, hasta culminar mi carrera universitaria.

Diaz Ramos José Andrés

Dedicado a mis padres Marina Martha Gutiérrez Azabache y Pedro José Rojas Radas por el apoyo incondicional, los cuales fueron mi motivo de salir adelante desde muy chico hasta culminar la carrera universitaria.

Rojas Gutiérrez Abel Arturo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres María Marleny Ramos Gómez y a Juan Gonzalo Diaz Vargas, por el apoyo brindado durante estos cinco años, tanto emocionalmente como económicamente y por estar siempre pendiente de mi persona.

Diaz Ramos José Andrés

Agradezco a mis padres Marina Martha Gutiérrez Azabache y a Pedro José Rojas Radas, por estar siempre al pendiente de mi persona, por guiarme en cada paso que he dado desde muy pequeño, hasta cumplir con su objetivo el cual es ser un buen profesional.

Rojas Gutiérrez Abel Arturo

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.2. Planteamiento del problema	21
1.3. Justificación	21
1.4. Hipótesis	22
1.5. Objetivos.....	22
1.5.1. Objetivo General.....	22
1.5.2. Objetivos Específicos.....	22
II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.2. Bases teóricas	28
III. METODOLOGÍA	45
3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación	45
3.2. Operacionalización de variables	46
3.3. Población, muestra y muestreo.....	47
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	47
3.4.1. Técnica.....	47
3.4.2. Instrumento de recolección de datos	48
3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.....	49
3.5. Procedimientos	50
3.6. Método de análisis de datos	53

3.7. Aspectos éticos.....	54
3.8. Desarrollo de proyecto de investigación.....	55
3.8.1. Estudio topográfico	55
3.8.1.1. Generalidades	55
3.8.1.2. Ubicación.....	55
3.8.1.3. Reconocimiento de la zona	55
3.8.1.4. Metodología de trabajo	55
3.8.1.4.1. Materiales.....	55
3.8.1.4.2. Trabajo de campo	56
3.8.1.4.3. Trabajo de gabinete	56
3.8.2. Estudio de mecánica de suelos	59
3.8.2.1. Alcance.....	59
3.8.2.2. Objetivos	59
3.8.2.3. Sismicidad	59
3.8.2.4. Descripción del proyecto	60
3.8.2.5. Descripción de los trabajos.....	60
3.8.3. Análisis de agua de mar	60
3.8.3.1. Caracterización ambiental de las aguas marinas de Huanchaco	61
3.8.3.1.1. Análisis físico.....	61
3.8.3.1.2. Análisis químico	61
3.8.3.1.3. Análisis biológico.....	61
3.8.4. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento de agua de mar	61
3.8.4.1. Planteamiento del modelo	61
3.8.4.2. Análisis de agua bruta	63
3.8.4.3. Diseño de captación	63
3.8.4.3.1. Captación	64

3.8.4.3.2. Receptor submarino	64
3.8.4.4. Cálculo de caudales	66
3.8.4.5. Presión osmótica	66
3.8.4.6. Diseño de pretratamiento	67
3.8.4.7. Membranas de filtración	68
3.8.4.8. Recuperador de energía.....	69
3.8.4.9. Intercambiador de presión	70
3.8.4.10. Bombas de impulsión	70
3.8.4.10.1. Etapa I.....	70
3.8.4.10.2. Etapa II.....	70
3.8.4.10.3. Etapa III.....	71
3.8.4.11. Tanques de almacenamiento.....	71
3.8.4.12. Dotación de cloración	71
3.8.4.13. Tuberías	71
3.8.5. Estudio de impacto ambiental	72
3.8.5.1. Generalidades	72
3.8.5.2. Objetivos	72
3.8.5.3. Diagnóstico ambiental	72
3.8.5.3.1. Medio físico	72
3.8.5.3.2. Medio biótico	72
3.8.5.3.2. Medio socioeconómico y cultural.....	72
3.8.5.4. Área de influencia del proyecto.....	73
3.8.5.4.1. Área de influencia directa	73
3.8.5.4.2. Área de influencia indirecta	73
3.8.5.5. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto	73
3.8.5.5.1. Magnitud de los impactos	73

3.8.5.6. Descripción de los impactos ambientales	73
3.8.5.6.1. Impactos ambientales negativos	73
3.8.5.6.2. Impactos ambientales positivos	74
3.8.5.7. Impactos naturales adversos	74
3.8.5.7.1. Sismos	74
3.8.5.8. Medidas de mitigación – Plan de manejo ambiental	74
3.8.5.8.1. Aumento de niveles de emisión de partículas.....	74
3.8.5.8.2. Incremento de niveles sonoros.....	75
3.8.5.8.3. Alteración directa de la vegetación	75
3.8.5.8.4. Alteración de la fauna.....	75
3.8.5.8.5. Riesgos de afectación a la salud pública	75
3.8.5.8.6. Mano de obra	75
3.8.5.9. Plan de manejo de residuos sólidos	75
3.8.5.10. Plan de abandono	76
3.8.5.11. Programa de control y seguimiento	76
3.8.5.12. Plan de contingencias.....	76
IV. RESULTADOS	77
4.1. Estudio topográfico	77
4.1.1. Coordenadas	77
4.1.2. Plano topográfico.....	77
4.2. Estudio de mecánica de suelos.....	79
4.2.1. Análisis granulométrico.....	79
4.2.2. Límites de consistencia.....	79
4.2.3. Contenido de Humedad.....	79
4.2.4. Clasificación de suelos	80
4.2.5. Capacidad portante y asentamiento.....	80
4.3. Análisis de agua de mar.....	80

4.3.1. Análisis físico	80
4.3.2. Análisis químico	80
4.3.3. Análisis biológico	81
4.4. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento de agua de mar	81
4.4.1. Población de diseño	81
4.4.2. Diseño de captación	81
4.4.3. Sólidos disueltos totales (TDS)	84
4.4.4. Caudales de diseño	84
4.4.4.1. Caudal de alimentación	84
4.4.4.2. Caudal de rechazo	84
4.4.5. Presión Osmótica	84
4.4.6. Diseño de pretratamiento.....	84
4.4.7. Membranas de filtración.....	85
4.4.8. Recuperación de energía.....	85
4.4.9. Intercambiador de presión	85
4.4.10. Bombas de impulsión.....	86
4.4.11. Tanques de almacenamiento	86
4.4.12. Cloración	87
4.4.13. Reservorio	87
4.4.14. Planos arquitectónicos.....	87
4.5. Estudio de impacto ambiental	87
4.5.1 Matriz de Leopold	88
V. DISCUSIÓN.....	90
VI. CONCLUSIONES	96
VII. RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS	100
ANEXOS.....	108
Anexo N° 01 – Declaratoria de autenticidad de los autores	108

Anexo N° 02 – Declaratoria de autenticidad del Asesor	109
Anexo N° 03 Matriz de Operacionalización e Indicadores de Variables	110
Anexo N° 04 – Instrumentos de recolección de datos	116
Anexo N° 05 – Validez y confiabilidad de los instrumentos	124
Anexo N° 06 – Fotos y Documentos	125
Anexo N° 07 – Informe de originalidad Turnitin	168
Anexo N° 08 – Análisis de similitud Turnitin	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Características económicas de las tecnologías de desalinización ...	32
Tabla 2 – Requerimientos del agua de alimentación para minimizar el ensuciamiento.....	38
Tabla 3 – Composición de permeado después del postratamiento	39
Tabla 4 – Matriz de clasificación de variables	46
Tabla 5 – Instrumentos y validaciones	48
Tabla 6 – Cálculo de Concentraciones de Alimentación, Rechazo y permeado	67
Tabla 7 – Concentración de iones.....	67
Tabla 8 – Especificaciones de filtros	67
Tabla 9 – Especificaciones de Cartuchos.....	68
Tabla 10 – Especificaciones de membrana.....	69
Tabla 11 – Coordenadas de Estación y BM	77
Tabla 12 – Análisis granulométrico	79
Tabla 13 – Límites de consistencia	79
Tabla 14 – Contenido de Humedad.....	79
Tabla 15 – Clasificación según SUCS.....	80
Tabla 16 – Capacidad portante y Asentamiento.....	80
Tabla 17 – Parámetros físicos de Huanchaco	80
Tabla 18 – Parámetros químicos de Huanchaco.....	80
Tabla 19 – Parámetros biológicos de Huanchaco	81
Tabla 20 – Cálculo de caudal y población futura.....	81
Tabla 21 – Primer tanteo del receptor submarino.....	83
Tabla 22 – Ultimo tanteo del receptor submarino	83
Tabla 23 – Parámetros para el cálculo de TDS.....	84
Tabla 24 – Presión osmótica.....	84
Tabla 25 – Resultados del recuperador de energía.....	85
Tabla 26 – Cálculo de intercambiador de presión	86
Tabla 27 – Cálculo de bombas en Etapa I.....	86
Tabla 28 – Cálculo de bombas en Etapa II.....	86
Tabla 29 – Cálculo de bombas en Etapa III.....	86
Tabla 30 – Dimensiones del reservorio	87

Tabla 31 – Matriz de operacionalización de variables	110
Tabla 32 – Matriz de operacionalización de variables	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Proceso de desalinización.....	30
Figura 2 – Diagrama de una planta Flash Multietapa	30
Figura 3 – Unidad de compresión mecánica de vapor.....	31
Figura 4 – Unidad de desalinización por electrodiálisis	31
Figura 5 – Sistema de desalinización por ósmosis inversa	32
Figura 6 – Proceso de captación de agua a mar abierto	33
Figura 7 – Bocatoma del proceso de captación de agua a mar abierto	34
Figura 8 – Captación por pozo vertical.....	35
Figura 9 – Captación por pozo horizontal.....	35
Figura 10 – Torre de toma.....	36
Figura 11 – Receptor submarino	36
Figura 12 – Perforación horizontal al llegar a la planta.....	37
Figura 13 – Tubería por debajo del mar	37
Figura 14 – Descripción de los Métodos de análisis Físicos.....	42
Figura 15 – Descripción de los Métodos de análisis Químicos.....	43
Figura 16 – Descripción de los Métodos de análisis Biológicos.....	43
Figura 17 – Diseño de investigación	46
Figura 18 – Procedimientos	50
Figura 19 – Tabla de frecuencia de características físicas del suelo	53
Figura 20 – Diagrama de barras de cada una de las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito	54
Figura 21 – Imagen Satelital de Google Earth.....	56
Figura 22 – Imagen Raster.....	57
Figura 23 – Curvas de Nivel.....	57
Figura 24 – Curvas de Nivel.....	58
Figura 25 – Zonas sísmicas del Perú	60
Figura 26 – Zonas sísmicas del Perú	62
Figura 27 – Plano topográfico	78
Figura 28 – Esquema de intercambiador de presión	85
Figura 29 – Vista General de la Planta de Tratamiento	158
Figura 30 – Vista principal tanque de captación y 4 bombas de impulsión	158

Figura 31 – Vista de Filtros de Veolia Water Technologies de la serie FIC-300 Y FIT-300 y Tanques F.C	159
Figura 32 – Vista Tanque Intermedio, B. de Alta Presión, B. Booster e intercambiador de presión	159
Figura 33 – Vista de las membranas de filtración (O.I), recuperador de energía y B. de salmuera	160
Figura 34 – Vista B. de permeado y Tanque de permeado	160

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el balneario de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad. Se elaboró el diseño de una planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar. El tipo de investigación es no experimental, descriptiva, en donde se utilizó la técnica de análisis documental para la recolección de datos, teniendo como población todo el balneario de Huanchaco y un muestreo no probabilístico por juicio de experto. El problema actual que se vive en huanchaco es la falta de agua que adolece algunos sectores del distrito, por tal motivo es que se busca aprovechar el agua de mar para potabilizarla y así poder satisfacer la necesidad de los pobladores. En el diseño de la planta de tratamiento, se utilizó el sistema de osmosis inversa, la cual cuenta con un pre tratamiento con 10 filtros FIC-300 y 10 filtros FIT-300, además de 7 cartuchos la serie 801-5 de Harmsco para los sólidos más pequeños. En la zona de tratamiento se contó con 90 membranas SW30HRLE 440i. Se logró diseñar la planta de tratamiento, con un caudal de 121.42 l/s, y una vida útil de 20 años, además de una cantidad de sólidos suspendidos totales de 46.95 mg/l.

Palabras clave: Planta de tratamiento, osmosis inversa, desalinizadora, agua de mar.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the resort of Huanchaco, province of Trujillo, department of La Libertad. The design of a treatment plant for the purification of seawater was elaborated. The type of investigation is non-experimental, descriptive, where the technique of documentary analysis was used for the collection of data, having as population all the resort of Huanchaco and a non-probabilistic sampling by expert judgment. The current problem in Huanchaco is the lack of water that some sectors of the district suffer, for this reason it is sought to take advantage of sea water to make it drinkable and thus meet the needs of the inhabitants. In the design of the treatment plant, the inverse osmosis system was used, which has a pre-treatment with 10 FIC-300 and 10 FIT-300 filters, as well as 7 Harmsco 801-5 series cartridges for the smaller solids. In the treatment area there were 90 SW30HRLE 440i membranes. It was possible to design the treatment plant, with a flow rate of 121.42 l/s, and a useful life of 20 years, in addition to a total suspended solids quantity of 46.95 mg/l.

Keywords: Treatment plant, reverse osmosis, desalination plant, seawater.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

A lo largo de los años, la necesidad primaria e indispensable ha sido el agua potable, se incrementó abismalmente debido al aumento constante poblacional. (RPP noticias, 2017). Años atrás la carencia de suministro de agua potable denoto un incierto de tipo sanitario, dado que origino diversos agregados a la problemática que alteran la calidad del ser humano y a las personas de su comunidad, indisposición de la salud por ingerir agua no calificada para el ser humano y uso doméstico, cuestionamientos sanitarios y/o ambientales. (Lombana, León y Ruidíaz, 2016)

En Bogotá se desarrollaron plantas de tratamiento de agua potable, por lo cual fue indispensable contar con los estudios respectivos y diseños de los componentes en el procedimiento de potabilizar, es así que va proyectado hacia las nuevas obras con enfoques de incremento y mejora de las características como: pre filtros, aireadores, sedimentadores, flotación, estabilización, ablandamiento, tanque de unión del desinfectante, salas de dosificación, depósito de los productos, de la misma forma se especifican los productos químicos que deben ser aplicados en la purificación de agua potable. (Hernández y Corredor, 2017)

Por otra parte, en Ecuador se construyó una estación de Tratamiento de Agua Potable, con la intención de dotar con esta agua a la ciudad de Portoviejo, rápidamente empezó sus operaciones en el año 2001, más adelante en el año 2004 toma el mando administrativo la Empresa Pública Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Portoviejo (EPMAPAP), no obstante, se mantiene hasta la presente fecha produciendo 90.000 m³/día de agua purificada, la cual es utilizada para el consumo de las personas. (Solís, 2016)

Posteriormente en España se realizó el Diseño de una Planta Desalinizadora con un abasto de 20 millones de litros por día apoyándose en la tecnología de la destilación multiefecto. El cual tendrá el abasto necesario para un estimado

de 140 mil pobladores, para lo tanto, se tuvo que realizar diversas observaciones para comprobar su viabilidad, verificando su costo comercial del agua potable. Continuamente se realizó un estudio económico acerca de la factibilidad de la fijación de una planta termo solar en la planta desalinizadora. Dado que la desalinización, se efectuará con el calor residual generado en el punto final de la turbina de vapor de la planta termo solar. (Pérez, 2017)

Así mismo, en el Perú se efectuó la estación procesal de agua de Kimbiri, la cual es estimada por los expertos como la más extraordinaria que existe en el sur del país. Esta gran obra estuvo encabezada con la asistencia de los congresistas Elizabeth León y Luis Wilson, así como también de autoridades y pobladores del distrito cusqueño de Kimbiri en el valle de los ríos Apurímac y Ene. Así mismo esta planta proveerá a los 8000 habitantes de este lugar, en cantidades de 200 litros por persona, pero opta con un abastecimiento en breve tiempo a 20 mil habitantes, es decir Kimbiri es la segunda planta de este tipo en ser construida, imitando el modelo de Pichari que presentó una infraestructura semejante. (Ramírez, 2019)

Matos Izquierdo (2020) sostiene que en estos días el río Santa tiene un caudal cercano de ciento cincuenta metros cúbicos por segundo, y que de esto CHAVIMOCHIC envía 1.3 m³/s a la planta de tratamiento de agua potable, de esta manera nos garantiza el abastecimiento a Trujillo y los demás distritos, recalcando la gratitud a los profesionales y técnicos que trabajan en estos tiempos de emergencia nacional, apoyando a La Libertad en cuanto a esta necesidad la cual es poder contar con el líquido elemento que ampara nuestras vidas.

En la ciudad de Trujillo aún no existe un diseño de una planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar en el balneario de Huanchaco.

Según la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones en OS.020, nos dice el área mínima que se debe reservar en una planta de tratamiento tiene que ser indispensable, puesto que pueda permitir su construcción,

ampliaciones en un futuro y la construcción de obras que serán necesarias para que funcione a la perfección, tales como el cerco perimétrico, estaciones de bombeo, tanques de captación, áreas para almacenamiento. (RNE, 2006)

(Cóndor, 2016) Realizó una comparación de tecnologías de osmosis inversa y electrodiálisis, mediante el uso de una membrana semipermeable, pues allí se logró ver que la tecnología de osmosis inversa era más resaltante y eficiente que la otra, para el caso de la población de Montañita en Ecuador, así mismo se pudo determinar que la tecnología que se utilizaría sería la de osmosis inversa, pues esta resultaría más confiable y económica en cuanto al consumo eléctrico. (p.88).

(Duarte y Guerrero, 2017) Comprobó mediante su investigación que la población proyectada por el Municipio de Tipacoque es de 4883 pobladores, para un periodo de 25 años, la cual está comprendida desde el año 2015 hasta el año 2040 siendo el caudal de diseño de 12,8 litro/s, el que sería lo suficiente para lograr la satisfacción y aseguramiento del abasto completo de la planta, como también el de los tanques de almacenamiento, para repartir en cantidades necesarias de a los pobladores, sin necesidad de realizar racionamientos de agua. (p.83).

(Melo y Herrera, 2016) Evaluó que el diseño realizado cumplió con la perspectiva básica del tratamiento de aguas, del cual se comprobó que el cálculo se realizó satisfactoriamente a pesar de las consideraciones que se habían realizado se alejaban un poco de lo que exigía habitualmente una planta en la normatividad vigente de Colombia. (p.63).

Se considera que estas conclusiones serán de suma importancia para la investigación, debido a que las tres mencionadas anteriormente son conclusiones positivas. Además, mediante estas conclusiones se puede obtener un conocimiento preciso de qué tipo de tecnología se puede usar, un cálculo del volumen de agua que se puede generar por habitante y que tipo de diseño se puede utilizar para el proyecto de investigación.

No obstante, SEDAPAL en el año 2018 constata que en Lima se edifica la única planta cuya función será transformar el agua salada del mar en un recurso apto para el consumo humano, ubicada en el sur de Lima, para esta moderna infraestructura se invertirá trescientos diez millones de soles, de este modo se fundará la primera planta desalinizadora, la cual beneficiará a más de 100 000 pobladores de Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, a un plazo de veinticuatro meses, con una capacidad de 400 lts/s, por otra parte, crear esta nueva fuente de agua será una gran ocasión para trabajar de la mano con la empresa Concesionaria Desaladora del Sur S.A por un plazo de 25 años, es así que este proyecto atiende el acatamiento de las normas ambientales y la mitigación de impactos en el desarrollo constructivo y operacional de la planta desalinizadora y tratamiento de agua. (RPP, 2018)

SACYR S.A., una empresa española empezó su funcionamiento en el año 2013, la cual desarrolla una planta desaladora valorada en unos 300 millones de euros, esta es la segunda infraestructura potabilizadora más grande del mundo. La IDAM de Ashdod también ubicada en Israel sectorizada en la sexta ciudad más importante, la cual cuenta con 210 mil habitantes. Esta desaladora consta con un abasto productivo de 384 mil m³/día y así mismo cuenta con la técnica de desalación por osmosis inversa, por tal motivo podrá dar agua potable a más de un millón de personas, con 5 kilómetros de tuberías dentro del mar y otros 5 km para conducir el agua hasta la planta y devolver lo sobrante, es así que de cada litro captado de agua de mar, se obtiene medio litro de agua pura apta para consumo de las personas, utilizando así mismo el método de osmosis inversa, con la finalidad de poder abastecer al 15 % de la población Israelí. (TECPA, 2018)

El tratamiento de agua potable es un problema que afecta a muchas localidades del mundo debido al incremento poblacional, la escasez de agua en los manantiales, los diversos cambios en su forma de uso. Hoy en día no se cuenta con un sistema de agua potable el cual pueda abastecer a todos los pobladores y usuarios en general.

Así mismo, en el balneario de Huanchaco se viene dando un aumento en la demanda poblacional lo que ocasiona una limitada cantidad de agua obtenida de las fuentes de captación para el tratamiento de estas, lo cual ocasiona pérdida en la capacidad volumétrica de agua a la empresa prestadora del servicio de agua potable Sedalib, la cual tiene separado determinadas cantidades de agua para cada sector de la ciudad de Trujillo y al haber un uso inadecuado del agua traerá consigo que las personas alejadas de este sector como es el Balneario de Huanchaco, el cual recibe este servicio de agua a determinadas horas, dando como resultado que los usuarios no puedan tener la fuente completa para su aseo personal, limpieza de su hogar, y de los alimentos que consumen.

Una de las primeras causas vendría a ser la carencia de tanques de almacenamiento provocando un limitado proceso en la separación de desechos sólidos, el cual interfiere en el proceso de tratamiento de potabilización haciendo que se limite la fuente de agua o volumen hídrico que tiene esta empresa abastecedora de agua potable.

Este proyecto busca diseñar una planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar; así mismo su proceso de desalinización; donde interviene procesos físicos, biológicos y químicos que se realizan para lograr y obtener la potabilización de este recurso hídrico para hacerla apta y bebible para el consumo de las personas y esté dentro de los índices permitidos dados por la Organización Mundial de la Salud, por medio del sistema de osmosis inversa el cual consiste en separar la salmuera del agua de mar; al no contar con una planta de tratamiento, muchas de las personas del balneario de Huanchaco y sus alrededores no contarían con acceso completo de agua potable, seguirían teniendo este recurso por determinadas horas, no llegando al volumen de agua potable que se necesita por persona. Por otro lado, las personas que viven en zonas aledañas del balneario de huanchaco no contarían con agua potable debido a la presión insuficiente y seguirían abasteciéndose de este recurso mediante la compra de galones de agua o mediante la espera de un camión cisterna, que pasaría dejando agua una vez por día a sus hogares y

así contrayendo muchas enfermedades gastrointestinales debido al consumo de esta agua que puede o no ser potable.

1.2. Planteamiento del problema

¿Cómo se elabora el diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco, 2020?

1.3. Justificación

La presente investigación propone dar una solución óptima ante la falta de abastecimiento de agua potable, el cual produce cortes momentáneos por falta de presión del agua, por tal motivo los pobladores sufren la escasez de agua, y debido a esto los pobladores se ven en la necesidad de comprar el agua mediante cisternas, esto permitirá atenuar para poder darle una solución inmediata y así evitar estas circunstancias que aqueja la población, logrando una mejor vida a los residentes del balneario de huanchaco.

Por otro lado, el proyecto planta potabilizadora de agua de mar se justifica socialmente, porque permitirá abastecer eficientemente el servicio de agua potable, a lo largo de todo el balneario de Huanchaco, dado que actualmente no cubre toda la demanda. Teóricamente, permitirá tener nuevas propuestas en la elección de metodologías para poder diseñar una planta de este tipo.

Así mismo, la finalidad del proyecto de investigación es proporcionar una alternativa que permitirá dar una solución a la escasez de agua, mediante el diseño de una planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar, donde se tendrá en cuenta las características físicas; y las proporciones de químicos, que permitirá potabilizar agua de buena calidad para ser consumida por los pobladores del balneario de Huanchaco; la obtención de insumos requeridos para este tipo de plantas son comerciales y disponibles en su obtención.

Finalmente, el método más eficaz para la desalinización del agua de mar es la osmosis inversa puesto que funcionará mediante membranas las cuales actúan como filtro, reteniendo y eliminando la mayor parte de sales y otros compuestos disueltos, llegando del 95% al 99% de retención de los minerales disueltos en el agua, pudiendo ser eliminados.

1.4. Hipótesis

La elaboración del diseño de la planta de tratamiento se realizará en base al caudal máximo diario el cual mantendrá un consumo de 121.42 l/s, a su vez contara con los parámetros necesarios para su correcto funcionamiento como es un pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, dentro de los cuales se obtendrán 3 tanque, una cámara de captación, un tanque intermedio y un tanque de permeado, teniendo en cuenta el sistema de osmosis inversa de tal manera que se obtenga un caudal de permeado de 437.11 m³/h que satisfaga las necesidades de la población del balneario de Huanchaco, Trujillo - 2020.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar el diseño de una planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco, Trujillo 2020.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Realizar el estudio topográfico del área respectiva,
- Realizar el estudio de mecánica suelos en el área a desarrollarse,
- Obtener el análisis de agua de mar del balneario de Huanchaco,
- Realizar el diseño hidráulico y planos arquitectónicos de la planta de tratamiento de agua de mar,
- Realizar el estudio de impacto ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

En cuanto a la preparación de este proyecto se tiene informaciones previas de otros autores, tanto a nivel local, como nacional e internacional.

“Diseño de una planta desalinizadora de agua de mar en la zona de la media - alta Guajira”.

(Imitola, López y Ramírez, 2019). Diseñar y dimensionar una estación desalinizadora, con la finalidad de obtener agua consumible en el área de Alta-media Guajira, para el Municipio de Manaure (p.8). Para elegir el proceso de desalinización que se utilizaría, optaron por evaluar tres alternativas dentro de las cuales está la destilación súbita, la evaporación de efectos múltiples, y el desarrollo de ósmosis inversa con rescate de empuje. Así mismo se les hizo un proceso de estudio gradual, para los cuales se tuvo en consideración ciertos métodos como la excelencia del agua elaborada, la conexión de restauración del medio, el gasto energético para la obtención de un metro cúbico de agua, el valor invertido y realizado, eficacia del procedimiento, huella ambiental y la disposición eléctrica, de los cuales resultó el desarrollo de ósmosis inversa siendo la más adecuada para este plan (p.3). Con todo lo realizado se determinó que este diseño y dimensionamiento realizado abastecerá más de ciento sesenta mil pobladores, a través de un caudal de diseño de veinte mil trescientos metros cúbicos al día, también garantizará un volumen mensual de 3.75 metros cúbicos de agua, y un caudal que aportará cuarenta y cinco mil metros cúbicos al día. La estructura de la planta se halla condicionado a la captación y elaboración de este líquido potable, el cual permitirá tener nuevas opciones para repartir la utilidad, y la utilización de la salmuera como alternativa empleada en las salinas de Manaure (p.5).

La presente investigación nos aporta un enfoque en el proceso de diseño y dimensionamiento para realizar una planta desaladora, así como también tener una idea de cuantos metros cúbicos de agua puede generar mensualmente una planta desaladora en base a la cantidad de personas.

“Proceso físico para la desalinización de agua de mar en la zona costera de Lambayeque”.

(Cruzado, 2019). Determinar el proceso físico conveniente para la desalinización del líquido marino en el lado costanero de Lambayeque (p.17). Se desarrolló mediante la extracción de las muestras del fluido ribereño de Pimentel, Santa Rosa y Puerto Eten, realizando análisis fisicoquímicos de cada muestra del agua de mar que existían antes de la destilación, realizando la destilación de cada muestra de agua de mar extraídas, realizando los análisis físicos y químicos de cada muestra luego de ser sometido al proceso de destilación, así también comparando los resultados de las muestras con los protocolos de requerimiento ambiental (p.1). Los resultados de los análisis serán elaborados con mucha precisión a través del presente trabajo de investigación donde se consiguió que el agua de mar puede ser desalinizada y apta para el uso doméstico y aseo personal. Se utilizó el agua de la playa de puerto de eten; ya que esta resultó ser la menos contaminada luego de haber pasado por un análisis físico y químico (p.53).

Esta investigación es de suma importancia pues está aportando, en como tener una guía para el proceso físico de la desalinización del líquido costero en Lambayeque; así como también tener una idea clara de para que se puede utilizar esta agua mediante este proceso.

“Diseño hidráulico de la planta de tratamiento del proyecto de agua potable en la localidad de San Cristóbal de Sisa – San Hilarión - Picota – San Martín”.

(Vargas, 2017). Efectuar el diseño hidráulico de la estación de procesamiento de filtración ligera del proyecto de potabilización ubicada en San Cristóbal de Sisa (p.11). Se aplicó una metodología simple como es el muestreo y la población conformado por el surtido de agua del tipo superficial y subterránea, que aseguran la cantidad y calidad que solicite el sistema de abastecimiento (p.73). De acuerdo con los exámenes ejecutados al fluido correspondiente, se

encontró ciertas particularidades sustanciales en parámetros físicos, químicos y biológicos, de los cuales algunos llegar a superar el mérito de la limitación máxima permisible expresada en el estatuto de calidad del agua para la disposición poblacional, es por ello que se aplicaron diversos procesos con la finalidad de utilizar un tratamiento que comprenda los procesos de sedimentación, licuación, filtración entre otros para obtener los resultados de análisis de agua tratada de acuerdo al reglamento (p.147).

Esta investigación nos aporta una gran recomendación en el proceso de funcionamiento del caudal de diseño, el cual debe ser controlado a través de un vertedero ubicado en el sedimentador, la medida precisa del caudal, el cual conceptualiza todo el procedimiento que servirá para recoger modelos de datos para la presente investigación.

“Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para el Municipio de Tipacoque, Boyacá”.

(Duarte y Guerrero, 2017). Diseñar una estación potabilizadora en la Municipalidad de Tipacoque, Boyacá, con realce Hidráulico (p.16). Se realizará una metodología de un análisis del agua in situ donde se recolectaron muestras las cuales se examinaron en el laboratorio de la Universidad Libre para descubrir su carácter físico-químico, y los periodos que debe llevar la planta para potabilización del recurso hídrico del municipio de este recurso de la quebrada El Verde ubicada en la Finca El Granadillo (p.39). Conforme a los parámetros de interés se logró medir los sólidos totales disueltos, temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbiedad, DQO, DBO5, así mismo comenzando del resultado de los análisis se pudo dar una respuesta a las fases debe llevar la planta para potabilizar en un estado óptimo, y así realizar los respectivos procesos para dejarla apta para el consumo de los habitantes. Finalmente, se entendió que desde el año 2015 hasta el año 2040 se tendrá un caudal de diseño de 12,8 L/s, el cual es capaz de abastecer y brindar la seguridad necesaria de la planta y así mismo el de

los tanques de almacenamiento, sin tener que proceder a una restricción de agua. (p.83)

Esta investigación nos da el aporte del diseño acorde a la demanda requerida y sus años de proyección, así mismo de las condiciones físico-químicas, la medición de sólidos disueltos entre otros que se deben llevar a cabo en la planta de potabilización para alcanzar los parámetros óptimos y poder satisfacer el abastecimiento completo.

“Diseño y construcción de una planta piloto para el tratamiento de agua potable en el laboratorio de la universidad católica de Colombia”.

(Melo y Herrera, 2016). Construyo la muestra física de una estación potabilizadora en el laboratorio de aguas de la UCC, con finalidad investigativa (p.13). Se realizó la metodología de averiguaciones pertinentes en el reglamento colombiano para la fomentación de realizar plantas potabilizadoras de gran resalte (p.28). De acuerdo al procesamiento estructural concluido, se procedió con la fabricación de cada una de las piezas de acuerdo a lo dimensionado, luego se llegó a comprobar que el vertedero cumple con los requisitos, además se comprobó que el canal de estabilización retiene el agua por nueve segundos según lo estipulo. Es así que se puntualizó en el diseño estandarizado del tratamiento de aguas, corroborando que el cálculo que se realizo es correcto para las estimaciones examinadas ya que distanciaban de las estipulaciones en la normativa colombiana (p.63).

Esta investigación nos brindará como aporte ciertas ideas estructurales, mediante la realización de cálculos en cuanto a periodo de retención, por otra parte, nos permitirá realizar la comprobación del agregado en los puntos principales.

“Diseño de un sistema compacto de potabilización de agua para consumo humano en la granja la fortaleza ubicada en el Municipio de Melgar - Tolima”.

(Cortés y Mora, 2015). Realizar el dimensionamiento de un sistema potabilizador de agua que al lograr implementarse permitirá a los habitantes y visitantes de la Granja La Fortaleza tener un sistema de agua potable sumamente confiable y seguro, los cuales disminuirán los riesgos de adquirir enfermedades causadas por la calidad del agua, además, permitirán el ahorro de energía, aprovechando la fuerza de presión de agua (p.20). Se desarrolló una metodología realizando visitas con frecuencia al lugar de trabajo (Granja La Fortaleza) en un tiempo aproximado de cuatro meses, es decir, se llevó a cabo un total de 10 visitas; en las cuales se obtuvieron muestras de agua, recolectadas en recipientes de Polietileno, traslucidos, con tapa de seguridad blanca y manteniéndose debidamente refrigeradas para el análisis de parámetros físicos y químicos, tales como, acidez total, alcalinidad, cloruros, dureza total, pH, turbiedad, nitritos, nitratos y sulfatos (P.63). De acuerdo a la base de datos se determinó que mediante la fase sedimentaria y floculadores se puede obtener agua de calidad, en cuanto a la estabilización de pH, remoción de las porciones disueltas en el agua turbia y formación de un floculador grande y denso, lo cual anticiparía que la calidad del agua luego de que se hallan efectuado los procesos de filtración y desinfección resultara ser adecuada de acuerdo a las estimaciones máximas permisibles dispuestas por la Resolución 2115 del año 2007 en base a las características que debe tener el agua potable y el indicador calificativo para el uso del ser humano, en el cual se obtuvo un nivel de riesgo "SIN RIESGO" con un valor del 0% (p.113).

La presente investigación nos aporta en cómo realizar un diseño de una planta para la potabilización de agua de mar y tener un alcance sobre el proceso de potabilización del agua que permita ser utilizada por el ser humano, sin riesgo alguno, el cual será de mucha utilidad en la recolección de datos de la presente investigación.

2.2. Bases teóricas

Continuamente se tiene el proceso topográfico el cual se encarga en encontrar los puntos en la tierra, realiza el estudio de métodos y procedimientos con el fin de realizar mediciones sobre el terreno y realizar representaciones tanto graficas a escalas determinadas. Dentro de la topografía se encuentran diferentes puntos, los cuales están representados mediante coordenadas, cuya función es ubicar a un punto cualquiera en la tierra. La topografía se realiza en el campo para realizar mediciones y así poder dibujar en un plano una figura parecida a la del terreno que se quiere representar, dicho plano debe contener los detalles necesarios para que los leyentes entiendan y se ubiquen, además, los números y/o letras deben estar claras y legibles. Según el autor, se considera zona llana cuando la altitud es constante y en intervalos no mayores a 50 msnm, zona ondulada cuando supera los 50 m y tiene pendientes inclinadas superior al 25% y zona accidentada cuando las pendientes son superiores a 100%. (Alcántara, 2014, p.14)

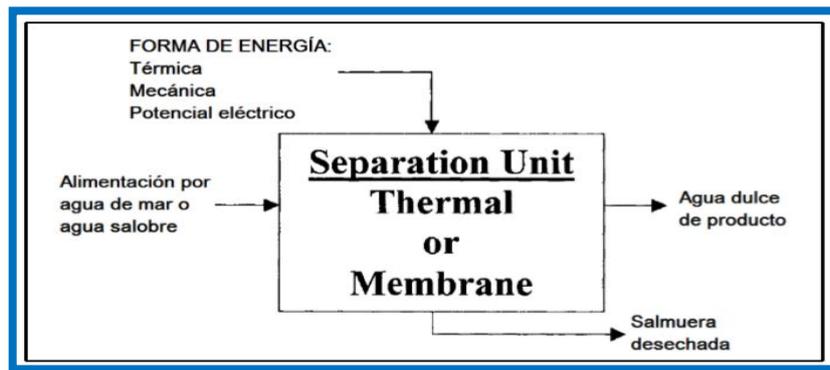
De acuerdo a lo estipulado, para la edificación de una planta de tratamiento se necesita la realización de la mecánica de suelos y cimentaciones los cuales están comprometidas con la normatividad peruana, así mismo se llevará a cabo la excavación de calicatas con una profundidad determinada para extraer los tipos de muestras y posteriormente ser llevadas a un laboratorio donde se realizarán los estudios pertinentes para conocer el tipo de suelo o la calidad donde se pretenda realizar algún proyecto. Entre los estudios que se realizan en laboratorio está el análisis granulométrico, donde se verifica el tamaño de las partículas que conforma la muestra de suelo; por otro lado, se tiene los límites de Atterberg, cuya función es dar a conocer la consistencia del suelo mediante los límites líquidos y plásticos. El contenido de humedad representa la cantidad de agua que contiene el suelo y por último la clasificación de suelos, la cual se basa en los parámetros antes mencionados. Cabe destacar que, para un estudio de suelos con fines de edificación, es primordial el estudio de capacidad portante, cuyo valor es necesario para el cálculo de las cimentaciones. (Norma E.050, 2018, p.3-13)

Las plantas de desalinización son instalaciones industriales cuyo fin es realizar la desalinización del agua de mar, el cual se puede hacer mediante destilación, desalinización por congelación, mediante evaporación relámpago o formación de hidratos. (Saavedra, 2015, p.8)

Las características del agua de mar hacen referencia al contenido de sal y de más componentes químicos; ya teniendo el origen de agua que se va a tratar, se debe tener en cuenta las diferentes características físico-químicas que pueden aparecer. Dado que, ciertos aspectos del agua de mar pueden variar la forma del diseño, además de tener en cuenta ciertos cuidados para obtener un correcto funcionamiento. Entre las características físicas que se debe tener en cuenta resaltan los sólidos en suspensión y la temperatura. Esta agua suele tener sólidos disueltos o sólidos en suspensión, es por eso que mediante la gravimetría se determinan si contiene o no los sólidos. La cantidad de sólidos que se presenta está comprendida con el tipo de captación. La temperatura del agua de mar vendría a ser un factor de mucha relevancia, pues afectaría al crecimiento biológico de los microorganismos, puesto que tiene un efecto indirecto en el funcionamiento de la planta. (Pérez, 2017, p.4)

La desalinización es un proceso el cual consiste en modificar el agua salada de mar en agua potable bebible para el consumo humano. (Huamán y Rojas, 2019, p.43). Así mismo la desalinización viene a ser el desarrollo de la eliminación de sal del agua, para lo cual se puede utilizar como producto el agua de mar o aguas salobres. (Peña, 2017, p.21). Para ello, es de mucha importancia realizar un sistema de tratamiento, con la finalidad de mejorar y asegurar que el agua de alimentación no obstruya, así como tampoco cause precipitación en la membrana de osmosis inversa, pues para el pretratamiento esta vendría a ser fundamental para las plantas de desalinización. (Gaid K y Treal Y, 2007, p.14)

Figura 1 – Proceso de desalinización

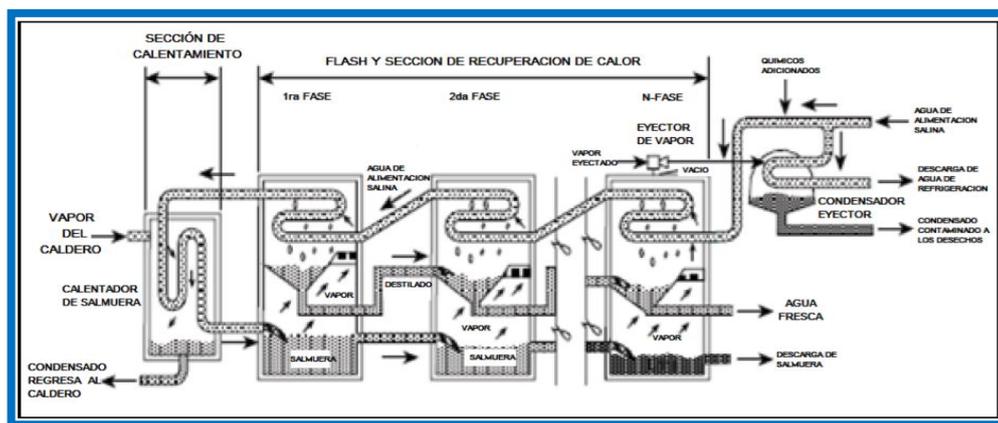


Fuente: Ampuero Eder, 2019.

Para la realizar la desalinización se llevan a cabo diversos métodos los cuales son:

La evaporación súbita flash (MSF) se basa en la purificación del agua de mar mediante la destilación y la condensación del vapor que se ha obtenido, lo cual permitirá calentar más el agua de mar a una temperatura de 90°C Y 110°C. Este método es muy utilizado puesto que los resultados obtenidos son positivos y además es muy fácil de unir varios de estos procesos seguidamente. (Colomina, 2016, p12)

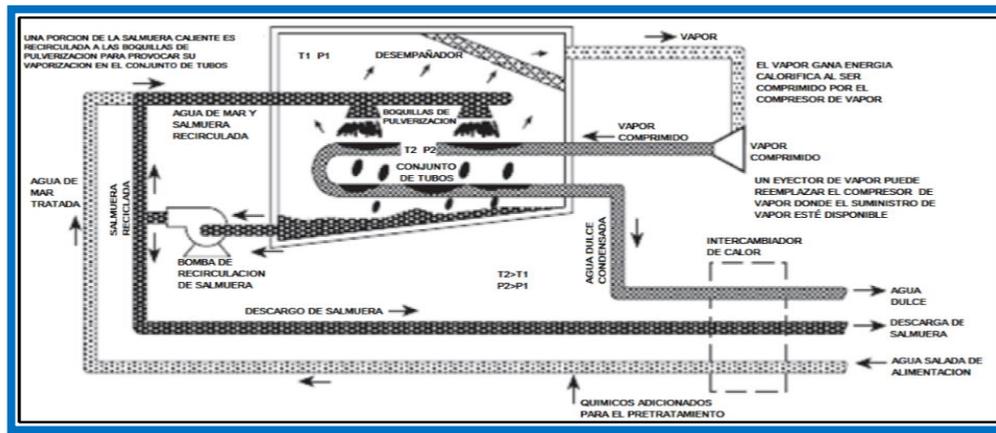
Figura 2 – Diagrama de una planta Flash Multietapa



Fuente: Ampuero Eder, 2019.

La termo compresión de vapor y compresión mecánica (VCD) se utiliza para plantas de corta dimensión. La compresión mecánica se basa en la utilización de energía eléctrica. Es uno de los más utilizados y se necesita un compresor mecánico para que funcione correctamente, la cual transmitirá la energía necesaria para que esta pueda ser evaporada. (Colomina, 2016, p13)

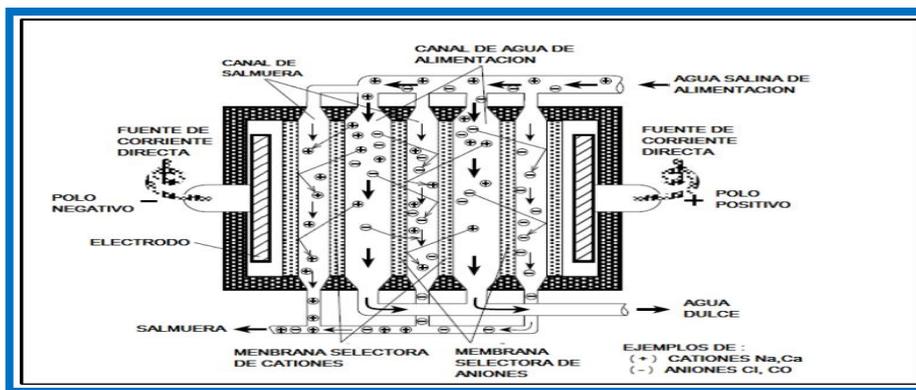
Figura 3 – Unidad de compresión mecánica de vapor



Fuente: Ampuero Eder, 2019.

La electrodiálisis consiste en separar la sustancia mineral que contiene el agua, únicamente solo separa aquellas sustancias que se encuentren ionizadas, por este motivo no son muy utilizadas y rentables para otras aguas que no contienen sal; Sin embargo, este proceso consume poca energía eléctrica. (Colomina, 2016, p15).

Figura 4 – Unidad de desalinización por electrodiálisis

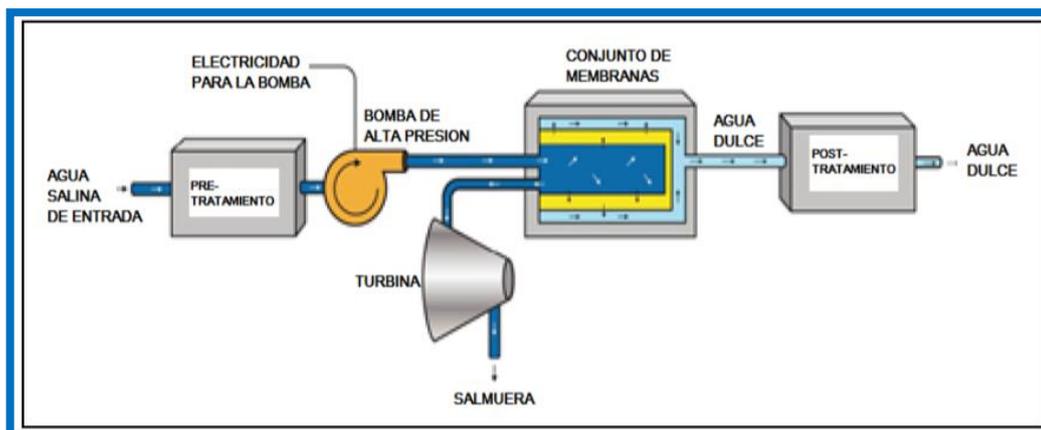


Fuente: Ampuero Eder, 2019.

La osmosis inversa es una tecnología innovadora que se viene llevando a cabo en los últimos años a nivel mundial. La osmosis inversa es un procedimiento en el cual se logra separar un cierto porcentaje de agua dulce del agua salada utilizando una membrana semipermeable. Es decir, las soluciones que contengan menos proporción se desplazarían, por medio de energía potencial, hasta llegar a las soluciones más proporcionadas o concentradas, por intermedio de una membrana semipermeable. Esta técnica

separa un elemento de otro en una solución por medio de fuerzas que son ejercidas encima de una membrana semipermeable. (Ampuero, 2019 p.30)

Figura 5 – Sistema de desalinización por ósmosis inversa



Fuente: Ampuero Eder, 2019.

Tabla 1 – Características económicas de las tecnologías de desalinización

TECNOLOGÍA	MSF	MED	MVC	RO
Capacidad promedio típica (m3/d)	25000	10000	3000	6000
Capacidad promedio máxima (m3/d)	50000	20000	5000	10000
Consumo de energía térmica (Kwh/m3)	80	60
Consumo de energía eléctrica (Kwh/m3)	4	2	7	5
Consumo de energía eléctrica equivalente (Kwh/m3)	15	7	7	5
Costo de la planta (\$/ (m3/d))	1300	1200	1000	1000
Costo de producción (\$ / m3)	1.1	0.8	0.7	0.7

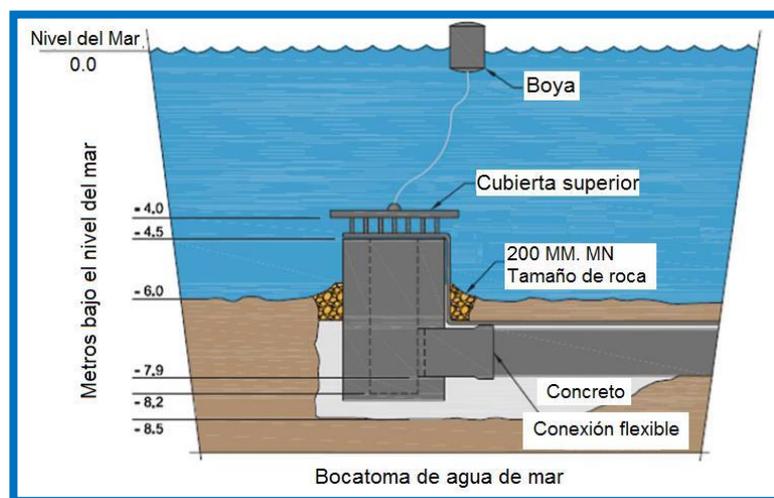
Fuente: Ampuero Eder, 2019

Las plantas desalinizadoras por osmosis inversa emplean un sistema de instalaciones diseñadas con la finalidad de elaborar agua con una mínima concentración de sal disuelta, empleando un sistema de energía mecánica para incrementar la presión de agua de alimentación, y así mismo realizar el proceso de osmosis inversa en complemento de membranas semipermeables, clasificándose en diversas etapas:

El método de captación de agua de mar y su correcto diseño permitirá establecer agua de mayor calidad, permitiendo así que las técnicas posteriores funcionen correctamente. La técnica de captación es construida de materiales altamente resistentes a la corrosión del líquido que ingresa por este, existiendo dos técnicas de toma de agua, proceso de captación de agua a mar abierto y proceso de captación por pozos de playa. (Ampuero, 2019, p.45)

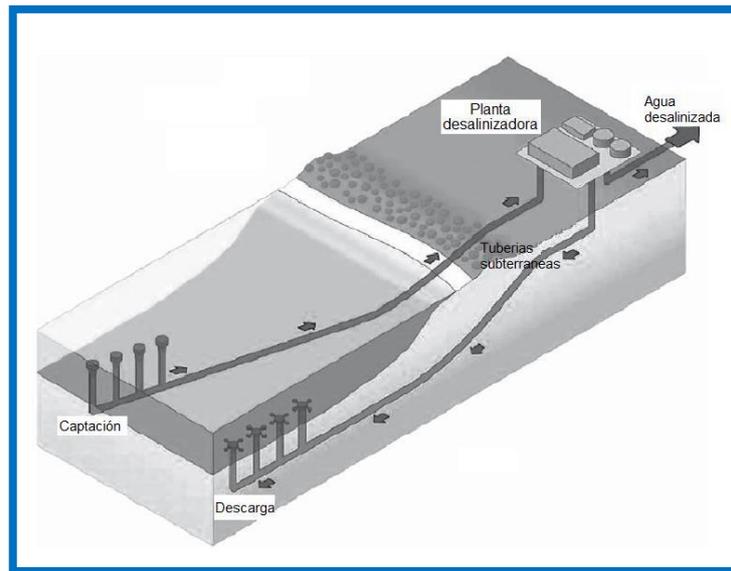
El proceso de captación agua a mar abierto consta de diversas estructuras que sirven para impulsar el agua de mar hacia el proceso de pretratamiento. Usualmente se emplea una bocatoma construida a base de un pozo de concreto o de acero, con un tubo de acero llevado hasta el fondo marino, el lugar de recepción de agua debe estar ubicado a no menos de 3 metros bajo el nivel marítimo, tanto en mareas bajas para así poder evitar los desechos marinos y algas. La bocatoma consta de unas mallas para impedir el paso de algún organismo marino o material obstruyente. La estructura de la bocatoma, debe ser instalada a cientos de metros de la costa y a una profundidad no menor a treinta metros de la superficie. El punto a su favor de este proceso es que obtendrá una gran cantidad de captación de agua de mar, pero tendrá a su vez cantidades mínimas de material orgánico. (Ampuero, 2019, p.45)

Figura 6 – Proceso de captación de agua a mar abierto



Fuente: Ampuero Eder, 2019

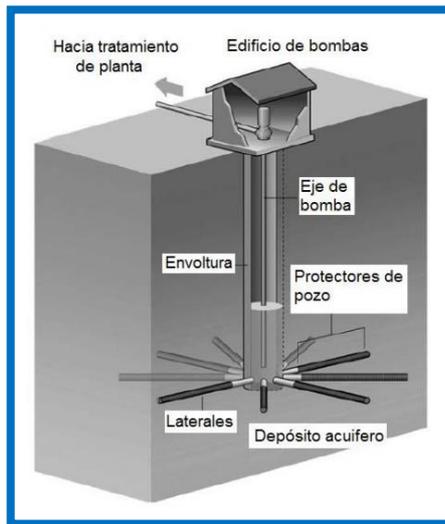
Figura 7 – Bocatoma del proceso de captación de agua a mar abierto



Fuente: Ampuero Eder, 2019

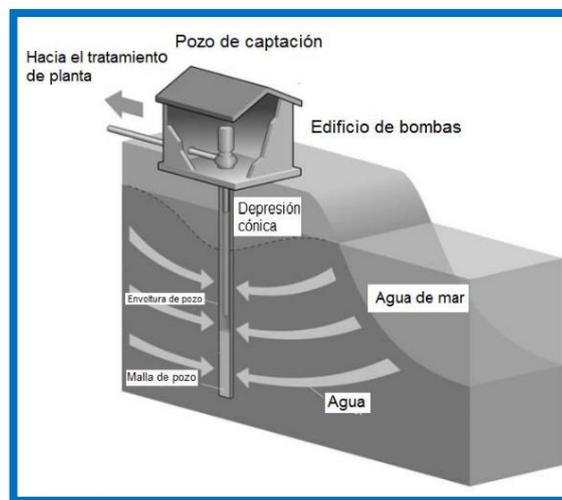
El proceso de captación por pozos de playa son empleados mayormente en plantas de ósmosis inversa de pequeña a mediana capacidad. Estas estructuras son ubicadas a la orilla del mar y recepciona el agua de mar que se filtra por medio de las capas de arena bajo la superficie del área de extracción. Existen dos tipos de pozos de captación, pozos verticales (Figura 8) y pozos horizontales (Figura 9). Los pozos verticales están compuestos por un recubrimiento de fibra de vidrio o PVC, y con una bomba de acero inoxidable que permite el impulso del agua. Estos pozos deben de tener una profundidad no menor de 75 metros y un diámetro de 200 a 1200 milímetros, este pozo consta de un rendimiento de captación muy mínimo, aproximadamente de 400 a 4000 m³/día. Así mismo los pozos horizontales no son muy utilizados por las plantas desalinizadoras dado que es muy costoso su instalación. Así mismo deben tener una profundidad entre 10 a 45 metros y un diámetro de 2.5 a 6 metros, construidos a base de concreto reforzado con un ancho de 0.5 a 1 metro; teniendo un rendimiento de 2000 a 20000 m³/día de agua obtenida. El proceso de captación por pozos de playa facilita la obtención de agua de mar de mejor calidad a comparación del proceso de captación en mar abierto, ya que el agua es filtrada por la arena, reduciendo en mayor proporción la retención de material suspendido y orgánico. (Ampuero, 2019, p.47).

Figura 8 – Captación por pozo vertical



Fuente: Ampuero Eder, 2019

Figura 9 – Captación por pozo horizontal



Fuente: Ampuero Eder, 2019

Existe otro método para captación de agua, más usado y eficiente, el cual se denomina Torre de Toma. Es una estructura de concreto armado, ubicada a 10 m de profundidad del mar y a unos 400 m aproximadamente de la planta de tratamiento de agua de mar. La torre contiene rejillas en sus paredes con el objetivo de impedir el paso de flora y fauna. Este método es el más novedoso y se usa con mayor frecuencia. El agua captada pasa desde la torre de toma hasta la planta mediante una tubería, o llamada también, emisario submarino. (Colomina, 2016, p.20)

Para la captación de agua de mar, se realizará mediante Perforación horizontal dirigida (PHD), la cual consiste en realizar una perforación horizontal hasta el punto de salida en el lecho marino. Se debe conectar la tubería proveniente del mar y se dirige hacia el punto de salida en tierra. La tubería flexible de polietileno de alta densidad va por debajo del mar y al llegar a tierra, pasa por debajo de la misma hasta llegar a la planta de tratamiento y aparecer mediante la perforación horizontal hacia el tanque de captación, donde empieza todo el proceso. (Miguel Bello, 2016)

Figura 10 – Torre de toma



Fuente: Colomina, 2016

Figura 11 – Receptor submarino



Fuente: Colomina, 2016

Figura 12 – Perforación horizontal al llegar a la planta



Fuente: Miguel Bello, 2016

Figura 13 – Tubería por debajo del mar



Fuente: Miguel Bello, 2016

La implementación de pretratamiento es necesaria para una obtención de la eliminación de materiales suspendidos en el agua, para cumplir con el nivel de aceptación del agua se utilizan las mediciones del Índice de Densidad de Sedimentos (SDI) y la Turbidez. Los valores máximos de contaminación que se permite en el agua deben ser no menor a 1.0 en nivel de turbidez, en el SDI menor que 3.0 o 4.0, con cantidades de aceites y grasa menores que 1.0 mg/L. En la tabla 2 se observa los requerimientos del agua de alimentación

para minimizar el ensuciamiento en las membranas con método de ósmosis inversa. (Ampuero, 2019, p.48)

Tabla 2 – Requerimientos del agua de alimentación para minimizar el ensuciamiento

PARAMETRO	VALOR
SDI	< 5
Turbidez	<1 NTU
Hierro	< 0.05 mg/L
Manganeso	< 0.5 mg/L
Ácido Sulfhídrico	< 0.1 mg/L
Orgánicos	< 1.0 mg/L

Fuente: Ampuero Eder, 2019

El sistema que más se usa para la desinfección es la cloración, ya que mantiene el control de ensuciamiento del organismo y es económicamente recomendable, sin embargo, su uso debe ser monitoreado dado que puede oxidar las membranas de osmosis inversa. (Ampuero, 2019, p.50)

Los coagulantes que permiten la dosificación del agua de mar son el aluminio, sales de hierro, polielectrolitos. Normalmente el agua de alimentación de las plantas de osmosis inversa es dosificada con una determinada cantidad de coagulantes inorgánicos (5 a 30 mg/L) y una mínima cantidad de coagulantes polímeros (0.2 a 1 mg/L). (Ampuero, 2019, p.51)

La filtración por medio granular es un proceso utilizado para el tratamiento de aguas el cual elimina los sólidos suspendidos y diversos contaminantes que pasan por medio del agua a través de un medio granular poroso. Esta filtración cuenta esencialmente con mecanismos complejos como son los físicos y químicos siendo los más esenciales durante el proceso. Existen diversos tipos de materiales granulares como el carbón activado, antracita, diatomitas, esponja, algodón, etc. El medio de filtración más utilizado para el tratamiento de aguas es la arena y la antracita, el tamaño esencial para los filtros de arena

fina está en el rango de 0.35 a 0.5 mm, y 0.7 a 0.8 mm para los filtros de antracita. (Ampuero, 2019, p.51)

El conjunto de membranas es de mucha importancia para una planta de desalinización que emplea la osmosis inversa. El agua que ya se encuentra tratada en el proceso de pretratamiento es llevado hacia los bastidores de membranas semipermeables, donde se llevara a cabo dicho proceso. Para las plantas de osmosis inversa se emplean bombas de alta presión, este tipo de bombas producen flujos moderados y altos, llegando a alcanzar presiones de 10 a 30 bar agua salobre y entre 55 a 80 bar para agua de mar, teniendo una eficacia del 10 al 80 por ciento. (Ampuero, 2019, p.53)

El postratamiento procesa el agua de permeado para lograr una calidad permitida, puesto que permeado tiene un pH de 5 aproximadamente, tiene baja alcalinidad y presenta un dióxido de carbono disuelto. El permeado se caracteriza puesto que es altamente corrosivo para las tuberías de distribución de agua e inclusive puede llegar a no ser apto para el consumo humano; teniendo que pasar por un proceso de calidad adecuado para que puede ser destinado como agua producida. (Ampuero, 2019, p.60)

Tabla 3 – Composición de permeado después del postratamiento

PARAMETRO	UNIDAD	PERMEADO	PERMADO EN POST-TRATAMEINTO
Temperatura	°C	10	10
pH	S.U.	6.1	8.5
Alcalinidad	mg / L	3	50
TDS	mg / L	251	311
Calcio	mg / L	0.6	15
Dióxido de Carbono	mg / L	4.0	0.2
Carbonato	mg / L	0.0	1.0
Bicarbonato	mg / L	2.2	58
Sulfato	mg / L	3.5	3.5
Cloruro	mg / L	148	148

Fuente: Ampuero Eder, 2019

Una planta desalinizadora por osmosis inversa conlleva un sistema de descarga de planta a un 55 por ciento de agua concentrada, la cual posee grandes cantidades de sales y químicos residuales. En la actualidad estas plantas elaboran distintos procesos para tratar el concentrado, los más usados son descargas en el mar, descargas al alcantarillado, descargas en pozos profundos y tanques de vaporización. (Ampuero, 2019, p.62)

Las plantas potabilizadoras utilizan un método el cual trata en todo lo posible en hacer el agua apta para que pueda ser consumida por el ser humano. Este método se basa en eliminar todas las sustancias que llegan a ser tóxicas para los seres humanos, cómo llegan a ser el caso del cromo, el plomo o el zinc, o las bacterias que puede contener el agua. (Cruz, 2019, p.30)

Las características del agua potable deben estar dentro de las exigencias y estándares de calidad requerida en la normativa de cada país. De acuerdo al reglamento en la normativa peruana, dicta que el agua potable no originará daño ni repercusiones a la salud del cliente, al ser consumida; cabe recalcar que el agua para consumo humano puede ser potable o no potable. (Mora y Portuguez, 2018)

Entre los tipos de plantas de potabilización más comunes tenemos:

La planta convencional, la cual utiliza procesos o métodos que ocurren en estructuras diferentes, pues viene a estar constituida por canales, floculadores, sedimentadores y filtros. (Cruz, 2019, p.30).

La planta compacta aplica un sistema en el cual busca obtener agua o recurso hídrico de calidad, mediante un desarrollo de procesos como es el caso de coagulación, floculación y sedimentación, del cual tiene que pasar por unos filtros para que el agua saliente sea netamente consumida por el ser humano; para su desarrollo se necesita de una menor infraestructura, es así como se pueden encontrar interrelaciones entre etapas. Su proceso de floculación y decantación es mucho más rápido y efectivo, lo cual permite un ahorro en el

uso de sustancias de reactivo. Este tipo de planta permite que el sistema de agua se someta a todos los procesos y operaciones unitarias que conforman la potabilización de agua, como son la coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. (Cruz, 2019, p.31).

La planta presurizada es fácil de instalar, ocupa poco espacio, resiste al ambiente y es muy resistente, el cual permite tener una larga duración para su utilización, además de ser de gran solución para el tratamiento de agua, el cual permite abastecer a una población de más de 1500 personas. (Cruz, 2019, p.33).

Por otro lado, para realizar la potabilización se debe llevar diversos métodos los cuales son:

El tratamiento físico consiste en darle claridad al líquido, purgando todos los sólidos suspendidos, las cuales son muy pequeños y no sedimentan fácilmente. Si existiera en el cuerpo del fluido materias disueltas o coloidales, siendo eficaz aplicar el procedimiento de coagulante químico, clarificación, seguido por filtración y desinfección, así mismo se contrarresta la intensidad de los gustos u olores, puesto que se efectúa siempre y cuando el líquido contenga contaminación de algún tipo, de ser el caso se deben tomar diversas acciones que contrarresten el problema. (Cava y Ramos, 2016)

No obstante, las caracterizaciones por método Físico son:

Electrométrico (Ph): “Se coloca el electrodo de cristal sobre la muestra para su medición”. (Gavilanes, 2015)

Espectrofotométrico (Color): “Se coloca diez mililitros de muestra en la celda Hach, para aplicar la destilación. Colocar la celda del blanco y luego la de la muestra realizar la medición y leer”. (Gavilanes, 2015)

Nefelométrico (Turbiedad): “Se utiliza el Turbidímetro para el análisis”. (Gavilanes, 2015)

Gravimétricos (Sólidos Totales): “Usar el electrodo de cristal adecuado para la lectura de sólidos totales”. (Gavilanes, 2015)

Electrométrico (Conductividad): “Se lo denomina conductímetro”. (Gavilanes, 2015)

Figura 14 – Descripción de los Métodos de análisis Físicos

PARAMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	METODOS	DESCRIPCION
CARACTERIZACION FISICA			
pH	-	Electrométrico	Se coloca el electrodo de cristal sobre la muestra para su medición.
Color.	Unidades de color aparente	Espectrofotométrico	Se coloca 10 ml de muestra en la celda Hach, para realizar el blanco use agua destilada en otra celda. Colocar la celda del blanco y luego la de la muestra realizar la medición y leer.
Turbiedad	NTU	Nefelométrico	Se utiliza el Turbidímetro para el análisis
Temperatura	°C	-	Utilizar un termómetro y medir la temperatura.
Solidos Totales	mg/L	Gravimétricos	Usar el electrodo de cristal adecuado para la lectura de sólidos totales.
Conductividad	μS/cm	Electrométrico	Se lo denomina conductímetro.

Fuente: Gavilanes Martha, 2015.

El tratamiento químico consiste en retirar del fluido elementos nocivos o productos químicos existentes, teniendo como meta principal mejorar la calidad del agua; por medio del agregado de sustancias químicas se busca modificar el pH y disminuir la dureza del agua. El pH puede ser estabilizado por medio de la adición de cal o carbonato de sodio, durante la filtración. La disminución de la dureza, se efectúa por métodos simples (cal, soda, zeolita o resinas). (Caminati y Caqui, 2013)

Por otra parte, las caracterizaciones por método Químico son:

Espectrofotométrico (Hierro Total): Se añaden diez mililitros de muestra a un tiempo prologando para realizar la lectura. (Gavilanes, 2015)

Espectrofotométrico (Nitratos): Se agregan diez mililitros de la muestra y un sobre de nitrover durante un minuto para posteriormente realizar la lectura. (Gavilanes, 2015)

Espectrofotométrico (Nitritos): “Tomar 10 ml de muestra y colocar en una celda un sobre de reactivo Hach reposar el tiempo necesario, posteriormente colocar el blanco finalmente realizar la lectura”. (Gavilanes, 2015)

Volumétrico (Cloro Residual): “25 ml de muestra + 4 gotas de 2CrO7 Titular con AgNO3 (0.01 N). De amarillo a ladrillo”. (Gavilanes, 2015)

Figura 15 – Descripción de los Métodos de análisis Químicos

CARACTERIZACION QUIMICA			
Hierro total	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de la muestra en la celda hach añadir fosver esperar el tiempo indicado y realizar lectura.
Nitratos	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de muestra y colocar en una celda Hach añadir un sobre de nitrover esperar 1 minuto, colocar el blanco y realizar la lectura.
Nitritos	mg/L	Espectrofotométrico	Tomar 10 ml de muestra y colocar en una celda un sobre de reactivo Hach reposar el tiempo necesario, posteriormente colocar el blanco finalmente realizar la lectura
Cloro residual	mg/L	Volumétrico	25 ml de muestra + 4 gotas de 2CrO7 Titular con AgNO3 (0.01 N). De amarillo a ladrillo

Fuente: Gavilanes Martha, 2015

El tratamiento biológico consiste en llevar a cabo un control de microorganismos por medio de unos procesos de tratamientos, con la finalidad de eliminar los componentes solubles en el agua, por medio de tubos de fermentación de dilución múltiple, tanto para la determinación de coliformes totales como fecales. (Gavilanes, 2015)

Figura 16 – Descripción de los Métodos de análisis Biológicos

ANALISIS MICROBIOLOGICO			
Coliformes fecales	UFC/100ml	Sembrado	Luego de esterilizar el equipo microbiológico de filtración por membranas, se siembra y se toma la lectura a las 24 horas, se realiza el conteo de las colonias si las hubiere
Coliformes totales	UFC/100ml	Sembrado	Luego de esterilizar el equipo microbiológico de filtración por membranas, se siembra y se toma la lectura a las 24 horas, se realiza el conteo de las colonias si las hubiere

El estudio de Impacto Ambiental es una herramienta de la gestión ambiental, para ello existen pautas que se deben implantar para poder continuar con este estudio (EIA), siendo aquello la autorización que se le da a los responsables los cuales minimizaran las medidas en los riesgos ambientales, para ello dispondrán de un instrumento, el cual considerara un determinado proceso durante el funcionamiento de un proyecto. Así mismo establece programas de vigilancia, control y monitoreo constante al medio ambiente con la finalidad de verificar cualquier disconformidad preocupante en determinada zona ambiental y a su alrededor. Es así que se podrá verificar con estas medidas si tendrá una duración permanente o semipermanente, es por ello que es recomendable dar un seguimiento constante por un tiempo indeterminado al ambiente estudiado. (SENASA, 2016, p.4)

Dentro de la gestión de impacto ambiental tenemos:

Impacto ambiental causado por el beneficio de recursos naturales renovables, como son la explotación forestal o la pesca; o no renovables, como la extracción de petróleo o de carbón. (García, Cano y otros, 2018, p.994)

Impacto ambiental originado por la contaminación. Son aquellos proyectos que fabrican algún residuo (peligroso o no), expulsan gases a la atmósfera o derraman líquidos al ambiente. (García, Cano y otros, 2018, p.994)

Impacto ambiental producido por la toma de un terreno. Son aquellos proyectos que cambian el orden natural dejando tala rasa, modificación del suelo y otros. (García, Cano y otros, 2018, p.994)

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación: cuantitativo.

Porque pretende la realidad desde una perspectiva externa y objetiva con la intención de realizar mediciones o indicadores exactos con el fin de generalizar los resultados.

3.1.2 Tipo de investigación:

3.1.2.1 Por el propósito:

Es aplicada, dado que requerirá de investigaciones y resultados ya realizados. Según (Vera, Oliveros y Tam, 2008, p.3) este tipo de investigación tiene como propósito crear nuevas cosas con información adquirida mediante la investigación, con el fin de determinar si pueden ser utilizadas para lo que se pretende hacer o se haya definido.

3.1.2.2 Por el diseño:

Es de tipo no experimental, porque no se registra manipulación de la variable y a la vez es descriptiva ya que se realizará un diseño en el cual emplea diferentes estudios a realizarse como: estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, análisis de agua de mar, diseño hidráulico y estudio de impacto ambiental en la presente investigación.

3.1.2.3 Por el nivel de estudio

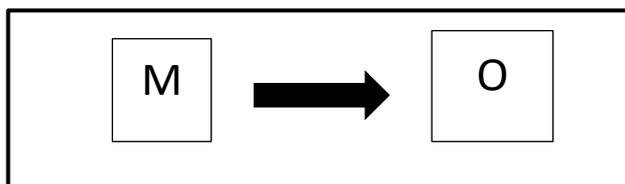
Es tipo descriptivo, (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.17) indica que este tipo de investigación sirve para estudiar las características y componentes de un fenómeno y sus compuestos, permitiendo detallarlo a través de uno o más observaciones.

3.1.3 Diseño de investigación.

Esta investigación presenta un diseño no experimental transversal. Según Hernandez 2014, un diseño es no experimental por no haber

manipulación de variables y es transversal porque se realiza únicamente en un periodo de tiempo, según el siguiente gráfico:

Figura 17 – Diseño de investigación



M: El Balneario de Huanchaco

O: El diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar

3.2. Operacionalización de variables

3.2.1 Variables

La presente investigación cuenta con una sola variable independiente, diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar. Desde el punto de vista de (Villasís, Miranda, 2016, p.306) denotan que es todo lo que se va a evaluar y considerar en la investigación.

Son una agrupación de sistemas en los cuales se pueden tratar el agua hasta volverlas apta para el consumo de las personas, acorde a las normas de calidad de agua establecidas. (Cárdenas, 2014)

3.2.2 Matriz de clasificación de variables

Tabla 4 – Matriz de clasificación de variables

VARIABLE	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar.	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3 Matriz de operacionalización de variables

La Matriz de operacionalización de variables se encuentra disponible en el Anexo N° 03.01

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: El balneario de Huanchaco, 2020.

3.3.2 Muestra

3.3.2.1 Técnica de muestreo

Se utilizará un muestreo no probabilístico por juicio de experto, debido a que el lugar fue seleccionado por tener una buena profundidad cerca de la orilla, hay suficiente franja costera para la edificación y se encuentra alejado de posibles fuentes de contaminación de agua.

3.3.2.2 Tamaño de muestra

La muestra será ubicada en el balneario de Huanchaco a 180 metros del litoral costero, en cuanto a las dimensiones el terreno contará con una longitud de 50 metros y un ancho de 50 metros, el cual contendrá los diversos equipamientos que son necesarios para el tratamiento de agua de mar. (Anexo 06.02, Documento N° 03)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica

La presente investigación utilizó la técnica de análisis documental dado que se tuvo que obtener información de estudios hechos. Con dicha técnica se podrá obtener información necesaria para el estudio topográfico, el estudio de mecánica de suelos y el análisis de agua de mar. Para Sampieri (2000), la investigación documental o análisis documental permite obtener, mediante la consulta de libros u otros

materiales, información seleccionada que serán de utilidad para los propósitos del estudio.

De esta manera, se tomarán estudios realizados en un área cercana al proyecto para el estudio de mecánica de suelos; para el análisis de agua de mar se utilizará un estudio realizado al mar peruano y con fines similares al proyecto. Finalmente, el estudio topográfico utilizará levantamientos topográficos mundiales (ASTER GDEM) incluidos en la base de datos del Global Mapper. Neteo (2009), ASTERN GDEM está basado en medidas radiométricas obtenidas del satélite TERRA de la NASA y califica su información como vasta y precisa. Es necesario mencionar que este mapa topográfico ha sido creado por la NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Para el estudio topográfico se utilizó una ficha de resumen para recopilar los datos necesarios para el levantamiento topográfico en la zona de estudio, ayudados de softwares de diseño. (Anexo 04.01 y 04.04)

De igual manera, para el estudio de mecánica de suelos y para el análisis de agua de mar se utilizaron fichas de registro donde se obtuvieron los datos precisos y necesarios que ayudaron al desarrollo de la tesis. (Anexo 04.02 y 04.03) (Anexo 04.05 y 04.06)

Tabla 5 – Instrumentos y validaciones

Etapas de Investigación	Instrumentos	Validación
Estudio Topográfico	Softwares, Ficha de Resumen 1	Juicio de experto
Estudio de mecánica de suelos	Ficha de Registro 1	Normas ASTM Normas E.050
Análisis de agua de mar	Ficha de Registro 2	Ministerio del Ambiente

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos

La validación de los instrumentos de recolección de datos estuvo a cargo del asesor, Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche CIP 63256 y el docente del curso, Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz CIP 106997.

3.5. Procedimientos

Figura 18 – Procedimientos



3.5.1. Estudio Topográfico.

Según Gonzales, 2016, nos muestra cómo realizar una representación gráfica de un terreno a través de softwares de diseño, en este caso, el autor utiliza el programa Google Earth y Global Mapper. Como primer paso, se debe demarcar el área a intervenir en el Google Earth mediante un polígono y extraer dicho archivo. Luego en el programa Global Mapper, se importa el archivo del Google Earth y se georreferencia de acuerdo a las coordenadas ubicadas en el terreno con las cuales se requiere trabajar, posteriormente se configura el plano topográfico al gusto de los investigadores y se analiza contornos y detalles topográficos con el fin de obtener las curvas de nivel. Como paso final, se extrae dicho archivo en formato DWG, el cual permite abrir en el software AutoCAD Civil 3D para su posterior procesamiento.

3.5.2. Estudio de mecánica de suelos.

El estudio de mecánica de suelos se realizó en la zona en estudio, en la cual se excavaron 3 calicatas de las cuales se obtuvieron 2 muestras de cada una con la finalidad de ser llevados al laboratorio para poder obtener los diversos estudios. A través de una ficha de registro se pudo extraer datos necesarios de las pruebas de laboratorio como es el análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación del suelos, capacidad portante y asentamiento. Se utilizó únicamente la clasificación mediante SUCS porque se trata de un proyecto con fines de edificación, más no de pavimentación. Estos datos permiten conocer las características físicas y mecánicas del suelo, cuya importancia es primordial cuando se trata de la construcción de una planta de tratamiento.

3.5.3. Análisis de agua de mar.

Previamente a realizar el diseño de la planta se debió hacer un análisis del agua de mar del balneario de Huanchaco. El cual se obtuvo de un informe emitido por el Instituto del Mar del Perú titulado “Calidad del ambiente marino costero de La Libertad. Perú. Junio 2016”. También, se trabajó con datos de la revista científica de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, denominada “Caracterización físico-química y

bacteriológicas del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú, 2015". Mediante una ficha de registro se pudo recolectar los datos necesarios para tener el análisis de agua, contando con los parámetros indicados en las normas de Ministerio del Ambiente, los cuales son: Parámetros físicos, en donde se ve la temperatura del agua, pH, salinidad, etc. Los parámetros químicos, en donde se ve qué componentes contiene el agua, los cuales pueden ser nitratos, silicatos, etc. Por último, se hace un análisis de los parámetros biológicos, donde se tratan de reconocer la cantidad de coliformes que contiene el agua, así como agentes vivos, como pueden ser bacterias.

3.5.4. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento de agua de mar.

En el diseño hidráulico se siguió el procedimiento de Bonilla y Venera, 2017, el cual se divide en tres partes: pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento. En la primera parte se separan sólidos del mar, así como la vida marina con el objetivo que no ingresen a la zona del tratamiento, esto se realiza mediante filtros los cuales retienen a las arenas y dejan pasar únicamente al agua. En la segunda parte se realiza todo el proceso de desalinización mediante el sistema de osmosis inversa, el cual cuenta con membranas de filtración, en donde el agua ingresa con alta presión y a través de las membranas la sal queda separada, este sistema tiene una optimización del 45%, luego el caudal de rechazo se convierte en salmuera la cual es dirigida nuevamente al mar. Posteriormente, el agua tratada pasa a un tanque de almacenamiento donde se le incorporan ciertos químicos para que el agua sea potable y pueda ser distribuida a toda la población. La planta de tratamiento cuenta también con un sistema de recuperación de energía, en donde se aprovecha la presión de la salmuera para hacer girar unas turbinas, las cuales generan energía y envían hacia las bombas que requieran, de esta manera, se recupera cierto porcentaje de energía. Por otro lado, terminando de obtener todas las etapas diseñadas se procede a distribuir de manera ordenada cada ambiente de la planta de tratamiento, adecuándose al área otorgada. El diseño arquitectónico (Anexo 06.02, Documento N° 03) contiene un cerco perimétrico cerrado, con distribución de cada etapa, desde el pretratamiento hasta el post tratamiento.

Además, se puede observar cortes de diseño y una elevación en 3D (Anexo 06.02, Documento N° 04) para mayor concepción de la planta de tratamiento.

3.5.5. Estudio de impacto ambiental

Finalmente, como es de conocerse, según el Ministerio del Ambiente, todo proyecto de edificación debe contener un estudio ambiental, en donde se tuvo que realizar un análisis antes, durante y después de la ejecución del proyecto, en donde se debieron identificar los diferentes impactos, ya sean positivos o negativos, que se presenten. Además, se propusieron medidas de mitigación con el objetivo de erradicar por completo los impactos negativos identificados. Todos los impactos fueron identificados gracias a la matriz de Leopold, matriz donde se le otorga valores a cada actividad que se realice en la ejecución del proyecto, obteniendo valores acumulados y concluyendo cual es la actividad que genera más impacto negativo o positivo, según el valor consignado.

3.6. Método de análisis de datos

Por ser el proyecto de investigación de diseño no experimental y transversal porque solo se realizará el estudio en un solo periodo de tiempo, se utilizarán las siguientes técnicas de análisis de datos:

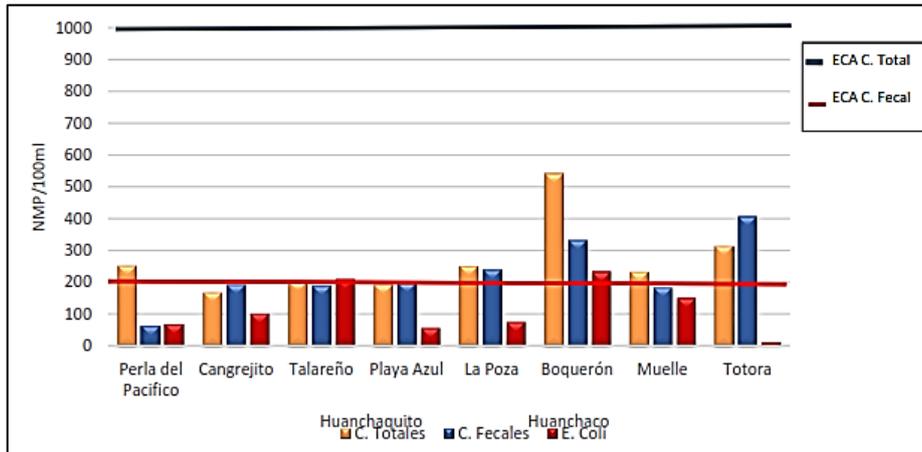
Para la presente investigación utilizará la estadística descriptiva debido a que la variable es cuantitativa - continua; se utilizará una tabla de frecuencia con un diagrama de barras el cual será aplicado mediante el software Microsoft Excel para el recojo de información obtenida a través de las fichas de resumen y registro.

Figura 19 – Tabla de frecuencia de características físicas del suelo

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO			
SUCS	SP		
AASHTO	A-3 (0)		
COLOR	θ°	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ²)
Gris	21.21	0.00	1.80

Fuente: JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C

Figura 20 – Diagrama de barras de cada una de las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito



Fuente: Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas

3.7. Aspectos éticos

La ética es complementaria en la vida de todo profesional, ya que brinda seguridad calificada durante el proceso de realización de toda investigación, es así que para el presente proyecto de investigación se evidenciará la autenticidad de los datos obtenidos y referenciados de varios proyectos de investigación, tesis y artículos de fuentes confiables para su posterior redacción y revisión de jurados calificados. Por esta razón la agrupación de la ética y la moral deben estar reflejadas y plasmadas en el presente estudio, citándose correctamente al Manual ISO 690 y 690-2, además de analizar la similitud de la investigación con el programa turnitin. (Anexo 8 y Anexo 9)

3.8. Desarrollo de proyecto de investigación

3.8.1. Estudio topográfico

3.8.1.1. Generalidades

Se obtuvo la representación del terreno de manera digital, con el fin de poder diseñar en dicha zona la planta de tratamiento. El levantamiento topográfico se realizó mediante softwares de diseño a través de imágenes satelitales. El estudio topográfico está referenciado con coordenadas UTMWGS84.

3.8.1.2. Ubicación

Se realizó sobre el terreno del distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo. Se pudo determinar que la zona en estudio contiene un terreno plano, según Alcántara, 2014 dicho terreno toma lugar a un suelo llano por tener una superficie con una altitud no mayor a los 10 msnm y de forma constante, a su vez está ubicado cerca de la zona de los tumbos de Huanchaco. La municipalidad de Huanchaco proporcionó dicho lugar para el diseño de la planta de tratamiento.

3.8.1.3. Reconocimiento de la zona

Se tuvo una reunión con las entidades responsables en la Municipalidad de Huanchaco, quienes proporcionaron una zona disponible para el diseño de la planta de tratamiento. Posteriormente, se registró una visita a la zona, con el objetivo de conocer lo existente sobre dicho terreno.

3.8.1.4. Metodología de trabajo

3.8.1.4.1. Materiales

- GPS Garmin Edge 1000
- Cámara fotográfica
- Computadora o Laptop
- Software de diseño

3.8.1.4.2. Trabajo de campo

Durante la visita de campo realizada, se creó conveniente tomar algunos puntos con un GPS marca Garmin Edge 1000, con el objetivo de tener una referenciación para el posterior trabajo con los softwares en gabinete.

3.8.1.4.3. Trabajo de gabinete

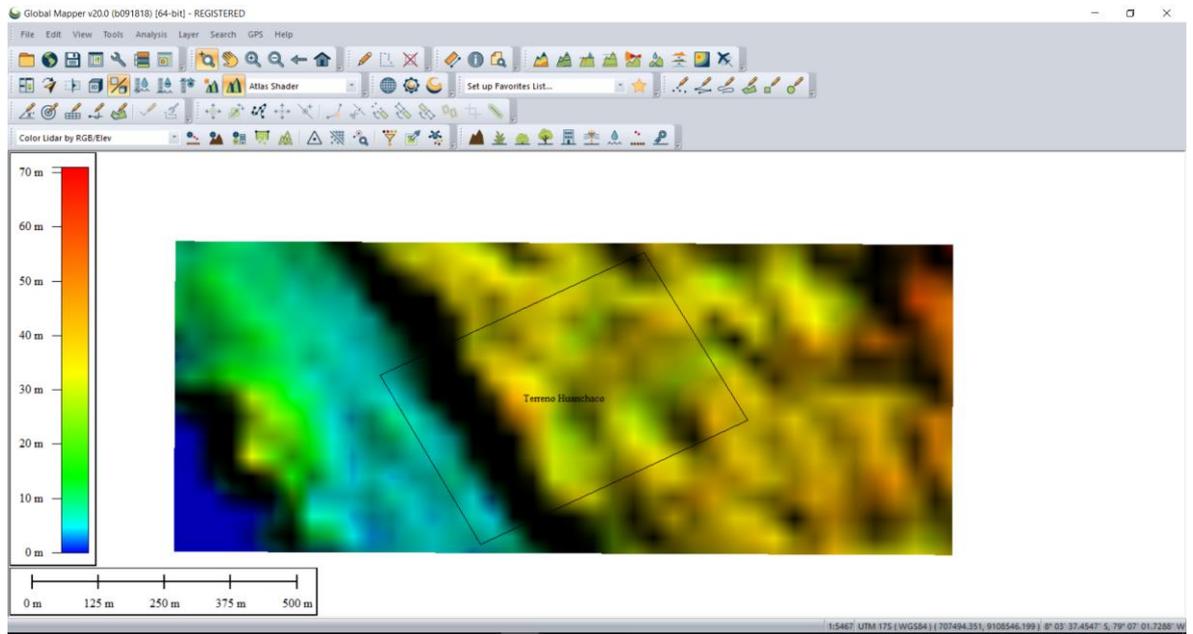
Con ayuda de los puntos tomado en campo (Anexo 06.01), se pudo determinar el área de trabajo en el programa Google Earth. Se extrajo una imagen satelital para poder importarla en el software Global Mapper. En mencionado programa, se pueden obtener curvas de nivel del terreno seleccionado. Una vez obtenido las curvas de nivel, se puede extraer el archivo para poder ser editado en el Software de diseño AutoCAD Civil 3D. Una vez ahí, las curvas obtenidas se deben acondicionar a lo que los tesisistas requieran, por lo tanto, deberán editar su topografía.

Figura 21 – Imagen Satelital de Google Earth



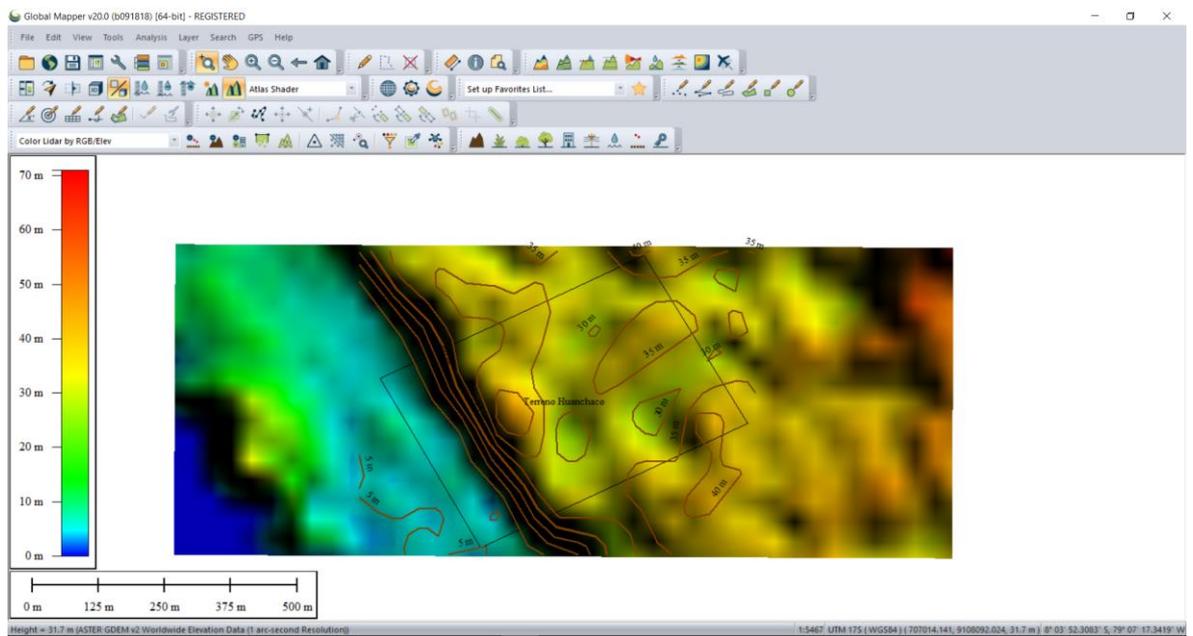
Fuente: Google Earth

Figura 22 – Imagen Raster



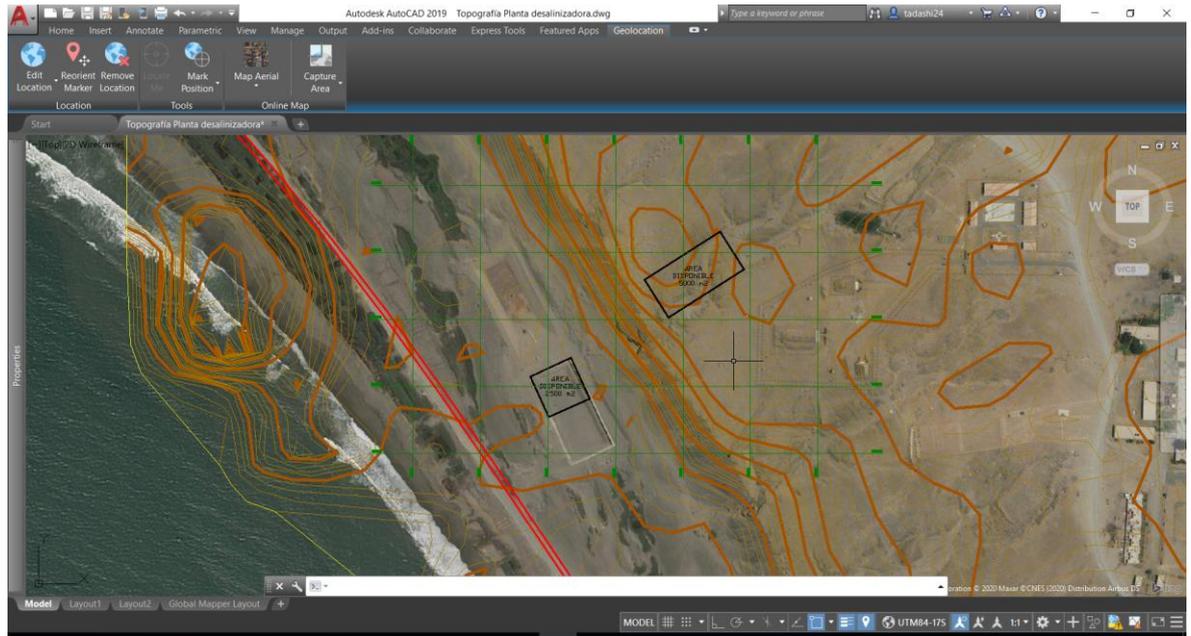
Fuente: Global Mapper

Figura 23 – Curvas de Nivel



Fuente: Global Mapper

Figura 24 – Curvas de Nivel



Fuente: AutoCAD Civil 3D

3.8.1.5. Toma de detalles

Con la visita en campo que se tuvo, se pudo observar un terreno despejado, sin estructuras existentes. Además, dicha zona es llana, ideal para el diseño de la planta. Se debe tomar en cuenta que la zona en estudio toma lugar a un espacio encima de una loma y otro debajo, quedando a elección de los tesisistas donde diseñar la planta de tratamiento.

3.8.1.6. Códigos utilizados en la topografía

- Perímetro disponible : PER
- Carretera : CAR
- Estación : EST-X
- Bench Mark : BM-X

3.8.1.7. Dibujo de planos

Se usaron hojas A1 para laminar los planos topográficos, a una escala de 1/750. En total, fue 1 plano producto de la topografía (Anexo 06.01, Documento N° 03).

3.8.2. Estudio de mecánica de suelos

3.8.2.1. Alcance

El estudio de mecánica de suelos permite obtener los datos necesarios del suelo en estudio con el fin de que la planta de tratamiento no sufra posteriores asentamientos. El estudio de suelos es un factor indispensable en la construcción de edificaciones.

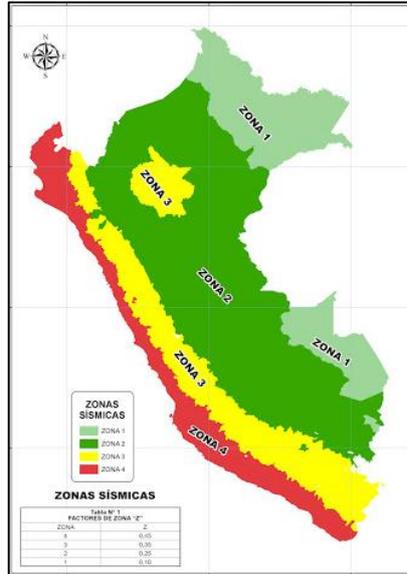
3.8.2.2. Objetivos

El objetivo principal es obtener las características físicas y mecánicas del suelo. Se realizaron 3 calicatas en la zona de estudio, donde se obtuvo datos como el análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación de suelos y el valor más importante que es, la capacidad portante y asentamiento.

3.8.2.3. Sismicidad

La provincia de Trujillo se encuentra localizada en el litoral peruano, por lo tanto, es una zona con riesgo sísmico. Según la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, Trujillo pertenece a la zona 4. Dicha zona cuenta con sismicidad alta, dato importante al realizar los cálculos en las edificaciones.

Figura 25 – Zonas sísmicas del Perú



Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

3.8.2.4. Descripción del proyecto

El diseño de la planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar se realizó en el distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, La Libertad. El proyecto consta del tratamiento del agua marina con el fin de poder abastecer de agua potable a toda la población del balneario de Huanchaco.

3.8.2.5. Descripción de los trabajos

Se realizó el estudio de suelos en la empresa JVC Consultoría Geotecnia S.A.C, en la cual se analizaron 3 calicatas, de las cuales se obtuvieron sus estudios básicos, y el estudio de capacidad portante. Los datos fueron introducidos al proyecto de investigación mediante una ficha de registro y el documento se puede observar en la parte de Anexos 06.02, Documento N°01.

3.8.3. Análisis de agua de mar

Los datos del análisis de agua marina del balneario de Huanchaco se obtuvieron de un informe emitido por el Instituto del Mar del Perú titulado "Calidad del ambiente marino costero de La Libertad. Perú. Junio 2016". También, se trabajó con datos de la revista científica de la facultad de

Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, denominada “Caracterización físico-química y bacteriológicas del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú, 2015”. Se utilizó una ficha de registro para obtener los datos necesarios del documento que se puede visualizar en el Anexos 06.02, Documento N° 02.

3.8.3.1. Caracterización ambiental de las aguas marinas de Huanchaco

3.8.3.1.1. Análisis físico

Se obtuvieron datos del mar del balneario de Huanchaco, en donde resaltan la salinidad, Ph, oxígeno y temperatura, teniendo valores mínimos y máximos, de los cuales se calculó un valor promedio para los futuros cálculos.

3.8.3.1.2. Análisis químico

Se obtuvieron registro de elementos como fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos, de los cuales se obtuvieron valores mínimos y máximos y, un valor promedio.

3.8.3.1.3. Análisis biológico

Se registraron datos de coliformes totales y termotolerantes, además de, Escherichia Coli.

3.8.4. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento de agua de mar

3.8.4.1. Planteamiento del modelo

Luego de indagar las diferentes opciones para plantas de tratamiento para la potabilización de agua de mar, se permitió escoger el proceso de osmosis inversa por el costo eficiencia de este sistema. Es por ello que se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

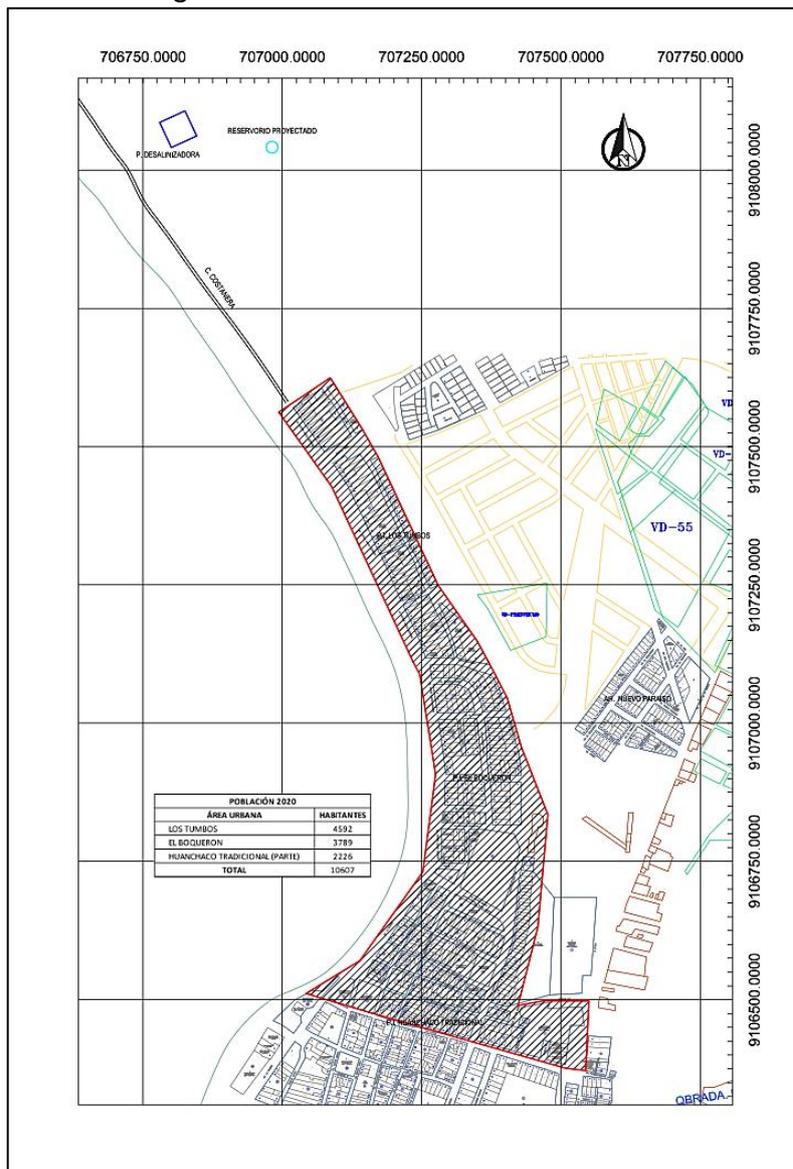
- La población de los sectores Los Tumbos, El Boqueron, Huanchaco Tradicional (población norte del balneario de Huanchaco) que actualmente es de 10607 habitantes; sin embargo, a la tasa de

crecimiento poblacional del balneario (6.40% según INEI) esta población será de 36680 al finalizar el periodo de vida útil de la obra (20 años).

$$P_1 = P_0 * \left(1 + \frac{tc}{100}\right)^n = 10607 * \left(1 + \frac{6.40}{100}\right)^{20} = 36680 \text{ hab.}$$

- P₁= Población futura
- P₀= Población actual
- tc = Tasa de crecimiento
- n = Periodo de diseño

Figura 26 – Zonas sísmicas del Perú



Fuente: Propia

- Para el cálculo del consumo diario, fue considerada una dotación de 220 litros por habitante por día correspondiente, según el Reglamento Nacional de Edificaciones OS100, para poblaciones ubicadas en la costa, en clima templado y cálido; dando un total de 93.40 l/s para el año 2040.

$$Q = \frac{Pob * Dot}{86400} = \frac{36680 * 220}{86400} = 93.40 \text{ l/s}$$

Q= Caudal de consumo diario (l/s)
 Pob= Población (hab)
 Dot= Dotación (l/hab/d)

- El diseño se realizará con el caudal máximo diario necesario para mantener el consumo proyectado de 121.42 l/s.

$$Q_{md} = 1.3 * Q = 1.3 * 93.40 = 121.42 \text{ l/s}$$

Q_{md}= Caudal máximo diario (l/s)
 Q= Caudal de consumo diario (l/s)

- Evitar el uso de químicos en los pretratamientos para poder regresar el agua salobre al mar sin generar alguna contaminación.
- Se debe tener en cuenta la disponibilidad del área de la planta de tratamiento y a su vez del terreno.

3.8.4.2. Análisis de agua bruta

Se tomaron en cuenta los datos proporcionados por el Instituto del Mar del Perú en su informe “Calidad del ambiente marino costero de La Libertad. Perú. Junio 2016” los cuales podrán visualizar en el Anexo06.02 Documento N°02.

3.8.4.3. Diseño de captación

Se tuvo en cuenta la captación por torre de toma, la cual está ubicada a unos 350 m de la planta, según Liñan y Sandoval (2020) indica que la cota del nivel de mar está a 3.50 m en la cual se consideran flujos de 0.29 y 0.32 m/s. La torre de toma transporta el agua de mar mediante

una tubería submarina, o también llamada, receptor submarino. (Anexo06.02 Documento N°03.)

3.8.4.3.1. Captación

El diseño de la planta contempla un rendimiento durante el proceso de osmosis inversa, según Bonilla y Venera, 2017 indican que las tasas de conversión para el sistema de O.I se fija entre 40% y 65%, por lo cual se ha fijado una eficiencia del 45% por lo tanto, para abastecer del caudal requerido de 121.42 l/s se debe captar:

$$Q_c = \frac{Q_p}{r}$$

Donde:

Q_c : Caudal captado (m³/s)

Q_p : Caudal producido (m³/s)

r : rendimiento

3.8.4.3.2. Receptor submarino

Su función es transportar el agua desde la torre hasta la cámara de captación o cántara. El material de construcción es polietileno de alta densidad (HDPE) porque este tiene alta resistencia a la corrosión y luz UV. Además, que no se adhieren moluscos o algas. Esta tubería debe estar en todo momento por debajo del nivel de agua de mar, debe estar enterrada a una altura mayor a la pérdida por fricción; no obstante, se recomienda realizar diseños con pérdidas menores a 1 mca.

Así mismo se debe obtener el diámetro mínimo del receptor en base al caudal captado, el cual se representa mediante la siguiente formula:

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Q_c}{v * \pi}}$$

D_{min} : Diámetro mínimo (m)

Q_c : Caudal captado (m³/s)

v : Velocidad (m/s)

No obstante, para calcular las pérdidas se utilizará la ecuación de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

La ecuación de Fanning:

$$h = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q_c^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

La ecuación de Reynolds:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

Donde:

Re : Número de Reynolds

ρ : Densidad del agua (1020 kg/m³ a 27°C)

v : Velocidad máxima (m/s)

D : Diámetro (m)

μ : viscosidad del agua (0.001 kg/m.s a 27°C)

f : coeficiente de rozamiento

K : rugosidad del material (0.0000015 m para el HDPE)

L : longitud de receptor submarino (m)

g : aceleración de la gravedad (m/s²)

Q : caudal captado (m³/s)

h : pérdida de carga por fricción de agua con la tubería (m)

3.8.4.4. Cálculo de caudales

3.8.4.4.1. Caudal de alimentación

$$Q_f = \frac{Q_p}{n}$$

- Q_f= Caudal de alimentación o agua bruta (m³/h)
Q_p= Caudal de permeado o caudal producto (m³/h)
n= Conversión o recuperación del sistema 45%

3.8.4.4.2. Caudal de rechazo

$$Q_r = Q_f - Q_p$$

- Q_r= Caudal de rechazo (m³/h)
Q_f= Caudal de alimentación o agua bruta (m³/h)
Q_p= Caudal de permeado o caudal producto (m³/h)

3.8.4.5. Presión osmótica

$$C_{ri} = \frac{R * C_{fi}}{1-n}$$

- C_{ri}= Concentración del componente en el rechazo (mg/l)
R= Rechazo de sal estabilizada (%)
C_{fi}= Concentración del componente entrada unitario (mg/l)
n= Conversión o recuperación del sistema 45%

$$C_{pi} = \frac{C_{fi} * Q_{fi} - C_{ri} * Q_{ri}}{Q_p}$$

- C_{pi}= Concentración del componente en el permeado (mg/l)
C_{fi}= Concentración del componente entrada unitario (mg/l)
Q_{fi}= Caudal entrada total (m³/h)
C_{ri}= Concentración del componente en el rechazo (mg/l)
Q_{ri}= Caudal de rechazo total (m³/h)
Q_p= Caudal permeado (m³/h)

Tabla 6 – Cálculo de Concentraciones de Alimentación, Rechazo y permeado

Parámetro	mg/mol	Alimentación	Rechazo	Permeado
Oxígeno (mg/l)	23.4	0.2	0.36291	0.00089
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	176.25	0.2	0.36291	0.00089
Aceites y Grasas (mg/l)	5	0.2	0.36291	0.00089
Fosfatos (mg/l)	3.1	0.2	0.36291	0.00089
Silicatos (mg/l)	14.6	0.2	0.36291	0.00089
Nitratos (mg/l)	11.75	0.2	0.36291	0.00089
Nitritos (mg/l)	0.65	0.2	0.36291	0.00089
	mi =	1.4	2.540364	0.00622

Tabla 7 – Concentración de iones

Parámetro	Valor	Cri	Cpi
Oxígeno (mg/l)	4.68	8.5	0.021
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	35.25	64.0	0.157
Aceites y Grasas (mg/l)	1	1.8	0.004
Fosfatos (mg/l)	0.62	1.1	0.003
Silicatos (mg/l)	2.92	5.3	0.013
Nitratos (mg/l)	2.35	4.3	0.010
Nitritos (mg/l)	0.13	0.2	0.001

$$P_o = R * (T + 273) * \sum m_i$$

P_o: Presión osmótica del agua salina (en bares).

R: Constante universal de los gases ideales (0.0809 * (L*bar / mol * k)

T: La temperatura del agua (en Celsius).

∑m_i: suma de las concentraciones molares de las sales disueltas en la solución.

3.8.4.6. Diseño de pretratamiento

Se tendrá en cuenta dos sistemas de filtros, los primeros para los sólidos más grandes y los posteriores para sólidos más pequeños, los cuales tienen las siguientes especificaciones:

Tabla 8 – Especificaciones de filtros

Veolia Water Technologies de la serie FIC-300 Y FIT-300				
C.Producción-m3/h			Presión máxima (bar)	Temperatura
Mín.	Max	Nominal		
70.7	141.4	106	6	40

Fuente: Harmsco

$$N_f = \frac{Q_f}{Q_n}$$

N_f= Número de filtros
 Q_f= Caudal de alimentación (m³/h)
 Q_n= Caudal nominal (m³/h)

Para los cartuchos se utilizarán de la marca Harmsco, con las siguientes especificaciones (Ver en el Anexo 06.02, Documento N° 05). Cada cartucho tiene la capacidad de permear 1 m³/hr.

Tabla 9 – Especificaciones de Cartuchos

Marca Harmsco serie 801-5		
C.Producción-m ³ /h		
Mín	Max	Nominal
120	200	140

Fuente: Harmsco

$$N_c = \frac{Q_f}{Q_{pc}}$$

N_c= Número de cartuchos
 Q_f= Caudal de alimentación (m³/h)
 Q_{pc}= Caudal de permeado de cada cartucho (m³/h)

$$N_f = \frac{Q_f}{Q_n}$$

N_f= Número de filtros
 Q_f= Caudal de alimentación (m³/h)
 Q_n= Caudal nominal (m³/h)

3.8.4.7. Membranas de filtración

Las membranas de osmosis inversa permiten retener la salmuera y dejar pasar el agua libre de sales, para ello se necesita alta presión del agua, es por ello que, según Bonilla y Venera, 2017 indican que las tasas de

conversión para el sistema de O.I se fija entre 40% y 65%, por lo cual se ha fijado una eficiencia del 45%. Se utilizaron membranas cuyas especificaciones se muestran a continuación (Ver en el Anexo 06.02, Documento N° 05)

Tabla 10 – Especificaciones de membrana

Especificaciones de membrana SW30HRLE 440i					
Área		Caudal permeado		Boro	Sal
ft2	m2	gpd	m3/d		
440	41	8000	30.2	92.00%	99.80%

Fuente: FilmTec

$$Ne = \frac{Qp}{f * A}$$

Ne= Número de Membranas
 Qp= Caudal permeado GPD
 f= Flujo específico (10 gfd)
 A= Área activa de la membrana (ft²)

$$Nv = \frac{Ne}{Nev}$$

Nv= Número de tuberías
 Ne= Número de membranas
 Nev= Número de elementos por tubo de presión

3.8.4.8. Recuperador de energía

Se diseña con el fin de recuperar energía con el flujo de salmuera que sale con presión, de tal manera de proporcionar energía a la bomba de alta presión y así, generar ahorro.

$$Pot = Qr * Pr$$

Qr= Caudal de rechazo (m3/s)
 Pr= Presión en Kpa
 Pot= Potencia de recuperación

$$Consumo = \frac{P. eléctrica}{Q. permeado}$$

3.8.4.9. Intercambiador de presión

Se diseño con el objetivo de sumar presión en las tuberías que lo necesiten, de tal manera que el sistema funcione de manera eficiente y se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo} = \frac{P.\text{eléctrica}}{Q.\text{permeado}}$$

3.8.4.10. Bombas de impulsión

Son los dispositivos que se encargan de suministrar el agua hacia los tanques, incluso algunas bombas generan mayor presión para el funcionamiento del sistema de osmosis inversa, cumplen un papel muy importante en la planta de tratamiento.

$$\text{Potencia} = \frac{Q * \text{Hdt} * 1.03}{76n}$$

Q= Caudal (l/s)

Hdt= Altura dinámica

n= Eficiencia de bomba 65%

3.8.4.10.1. Etapa I

Consta de las bombas que impulsan el agua que sale del tanque de captación hacia los filtros. Se considerarán 4 bombas, 3 de uso continuo y 1 de repuesto. La bomba que cumple con las especificaciones calculadas es la NCBKZ4P 200-400A de la marca SAER con potencia de 220 HP. Ver especificaciones en el Anexos 06.02, Documento N° 05.

3.8.4.10.2. Etapa II

Consta de la bomba que impulsa el caudal de rechazo, o llamado también, salmuera. La bomba que cumple con las especificaciones calculadas es la NCBKZ4P 200-315C de la marca SAER con potencia de 50 HP. Ver especificaciones en el Anexos 06.02, Documento N° 05.

3.8.4.10.3. Etapa III

Consta de la bomba de Alta Presión, la bomba Booster y la Bomba que impulsa el caudal permeado hacia el tanque de permeado. La bomba que cumple con las especificaciones calculadas es la NCBKZ4P 200-315B de la marca SAER con potencia de 60 HP y la NCBKZ4P 200-315C con potencia de 50 HP. Ver especificaciones en el Anexos 06.02, Documento N° 05.

3.8.4.11. Tanques de almacenamiento

Se diseñarán 3 tipos de tanques, uno que recibe el agua de captación, el siguiente ubicado en el intermedio del sistema, luego de los tanques de filtración y el último ubicado al final del sistema, el cual recibe el agua permeada lista para su postratamiento. La ecuación para su cálculo es la siguiente:

$$V = Q * t$$

V= Volumen (m³)

Q= Caudal (m³/h)

t= Tiempo (h)

3.8.4.12. Dotación de cloración

Se utilizó el carbonato de cálcico más dióxido de carbono. Esta solución, usa el carbonato cálcico con el objetivo de neutralizar el gas carbónico producto de la filtración, de manera que aumenta la alcalinidad y dureza del agua. Con el propósito de tener una excelente calidad de agua, se proporcionó 50 g de solución por cada metro cúbico de agua permeada.

3.8.4.13. Tuberías

*Captación: Se utilizarán tuberías flexibles de polietileno (PE) de 20".

*Planta de tratamiento y conducción a reservorio: Tubería PVC RDE 9 de diámetros 1.5" y 2", respectivamente. Este tipo de tuberías puede soportar altas presiones.

3.8.5. Estudio de impacto ambiental

3.8.5.1. Generalidades

Realizar el estudio de impacto ambiental permite conocer la viabilidad del proyecto. En dicho estudio se identifican todos los impactos que se de generen antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

Durante las tres etapas de la obra, varias actividades empiezan a realizarse, las cuales pueden generar impactos al ambiente, ya sean positivos como negativos, para lo cual, se debe realizar un plan de contingencia para obtener que la ejecución de la obra sea viable.

3.8.5.2. Objetivos

Lo que se busca es reconocer cuales son las actividades que generen mayor impacto en el medio ambiente en la ejecución del proyecto “Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco – Trujillo”.

3.8.5.3. Diagnóstico ambiental

3.8.5.3.1. Medio físico

El distrito de Huanchaco cuenta con un clima caluroso durante todo el año, con temperaturas que oscilan entre los 23 a 30 °C.

3.8.5.3.2. Medio biótico

Flora y Fauna

Huanchaco cuenta con toda la vida marina, por ser un distrito costero, por otra parte, en sus tierras crecen en su mayoría totoras, pero también, se ha visto cultivos de tomate.

3.8.5.3.2. Medio socioeconómico y cultural

Los turistas o visitantes llegan al balneario de Huanchaco a practicar la pesca, así como el turismo al ser uno de los balnearios más visitados del departamento de La libertad.

3.8.5.4. Área de influencia del proyecto

3.8.5.4.1. Área de influencia directa

Está representada por el lugar donde se situará la planta de tratamiento, en este caso, el balneario de Huanchaco.

3.8.5.4.2. Área de influencia indirecta

Está representada por las zonas aledañas al balneario de Huanchaco, como Huanchaquito y El Milagro.

3.8.5.5. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

3.8.5.5.1. Magnitud de los impactos

Se utilizó la matriz de Leopold para poder identificar los impactos. Si algún impacto es negativo, se colocará un valor del 1-10 con signo negativo, caso contrario, en positivo.

3.8.5.6. Descripción de los impactos ambientales

3.8.5.6.1. Impactos ambientales negativos

• Impacto sobre el medio Físico – Químico

El impacto más notorio es la generación de ruidos por los movimientos de tierras y los accidentes en obra que pueden sufrir los trabajadores.

• Impacto sobre el medio Biológico

El medio biológico se ve afectado debido a la propagación de CO₂, el cual puede causar que la fauna de la zona se vea con la obligación de migrar.

• Impacto sobre el medio Socio – Económico

El comercio puede verse afectado ante el cierre de algunas vías de acceso en la ejecución del proyecto.

3.8.5.6.2. Impactos ambientales positivos

• Impacto sobre el medio Físico – Químico

-Suelo

Los desechos no serán arrojados al suelo, si no, serán derivados a contenedores especiales.

-Agua

El agua que se utilice en obra estará en contenedores tapados para que no haya propagación de mosquitos y bacterias.

• Impacto sobre el medio Biológico

-Flora

No habrá influencia en la flora

-Fauna

No habrá propagación de mosquitos en la obra para el bien de los trabajadores.

• Impacto sobre el medio Socio – Económico

La población será la principal beneficiada por tener un sistema de agua potable eficiente y novedoso.

3.8.5.7. Impactos naturales adversos

3.8.5.7.1. Sismos

La posibilidad de que ocurra un sismo es aparentemente inactiva en todo el País, pero en el balneario de Huanchaco no se han registrado sismos de gran intensidad, es por ello que debemos de tomar las medidas respectivas ante una evacuación.

3.8.5.8. Medidas de mitigación – Plan de manejo ambiental

3.8.5.8.1. Aumento de niveles de emisión de partículas

Generalmente, la emisión de partículas ocurre cuando se realiza las actividades preliminares como los movimientos de tierras, para ello,

se debe tener mojado el terreno para evitar que, con el paso de maquinaria, se eleven las partículas.

3.8.5.8.2. Incremento de niveles sonoros

Se les proporcionará orejeras a los trabajadores que trabajen directamente con maquinarias.

3.8.5.8.3. Alteración directa de la vegetación

No habrá afectación alguna hacia la vegetación.

3.8.5.8.4. Alteración de la fauna

No habrá afectación a los animales de la zona, solamente se evitará la propagación de mosquitos.

3.8.5.8.5. Riesgos de afectación a la salud pública

La obra estará cercada para evitar el acceso a persona sin autorización, además, se pedirá a la población no transitar por la zona del proyecto para evitar accidentes.

3.8.5.8.6. Mano de obra

Cada trabajador tendrá sus EPP's durante toda la ejecución de la obra, además, se realizarán charlas de seguridad todos los días de trabajo.

3.8.5.9. Plan de manejo de residuos sólidos

Los desechos serán destinados a contenedores, diferenciados según los siguientes colores:

Verde: Residuos biodegradables no reciclables

Amarillo: Residuos orgánicos e inorgánicos

Azul: Residuos no peligrosos.

3.8.5.10. Plan de abandono

Al momento de dar por terminada la obra, se deberán eliminar todos los desechos.

Los líquidos serán llevados a lugares específicos, de ninguna manera serán arrojados al mar o río.

Continuamente se realizarán capacitaciones para mitigar cualquier problema generado.

3.8.5.11. Programa de control y seguimiento

Se realiza un estudio al medio ambiente durante las 3 etapas de construcción, con el objetivo de tener un control balanceado de todos los impactos.

3.8.5.12. Plan de contingencias

Medidas que se toman al momento que una emergencia ocurre y se tiene que actuar de manera correcta para evitar que haya víctimas y/o otros daños.

IV. RESULTADOS

4.1. Estudio topográfico

4.1.1. Coordenadas

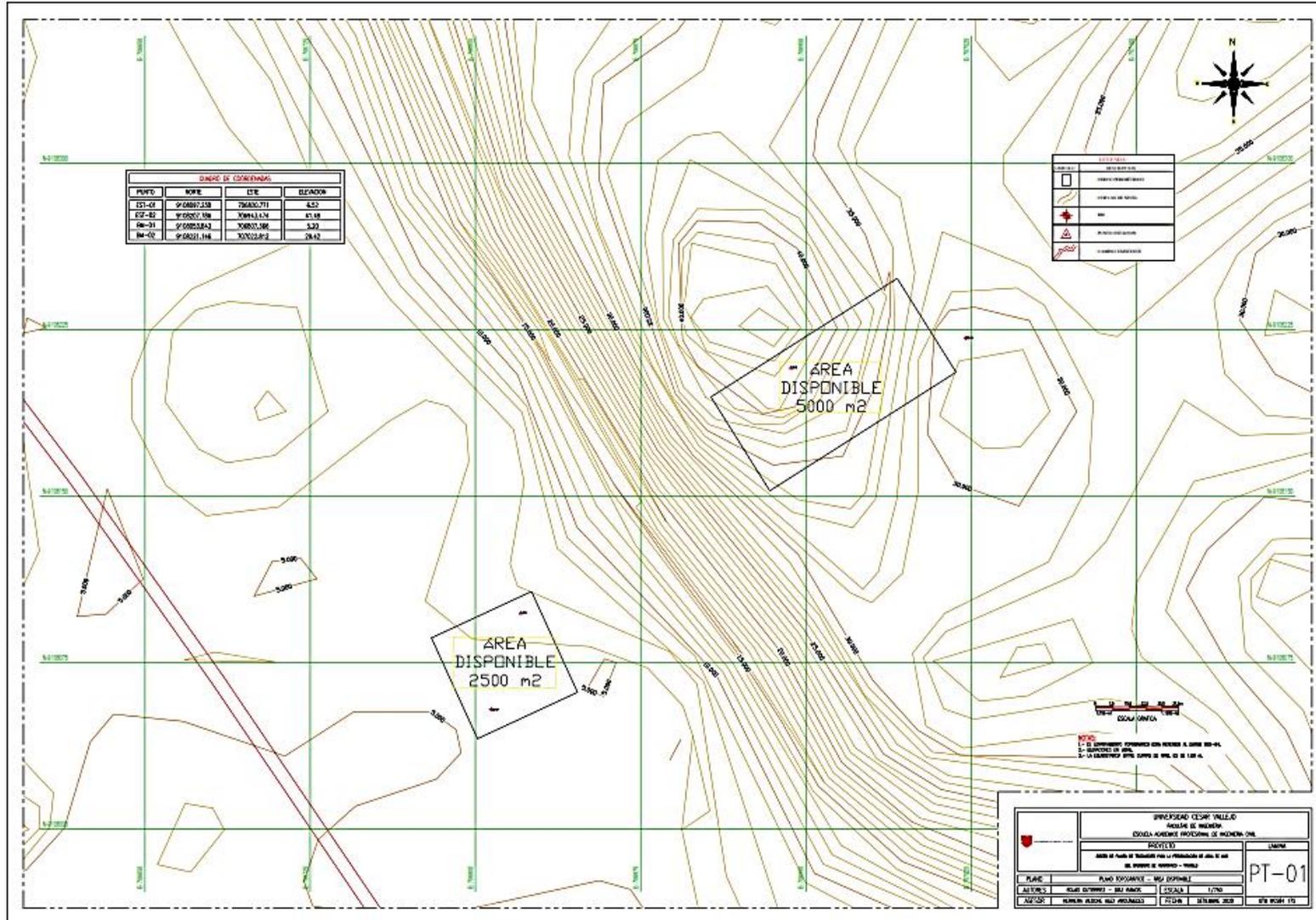
Tabla 11 – Coordenadas de Estación y BM

Descripción	Norte	Este	Elevación
E-01	9108097.230	706820.771	6.52
E-02	9108207.786	706943.474	41.49
BM-01	9108053.843	706807.366	5.20
BM-02	9108221.146	707022.812	29.42

4.1.2. Plano topográfico

Se obtuvo un plano en A1, del terreno disponible para la planta de tratamiento (Anexo 06.01, Documento N° 03).

Figura 27 – Plano topográfico



4.2. Estudio de mecánica de suelos

4.2.1. Análisis granulométrico

Tabla 12 – Análisis granulométrico

N°	Muestra	Prof (m)	%Gravas	%Arena	%Finos
C-1	M1	0.00 – 1.10	42.36%	55.93%	1.70%
	M2	1.10 - 1.40	3.37%	94.21%	1.33%
C-2	M3	0.00 - 1.20	42.95%	55.52%	1.53%
	M4	1.20 - 1.50	4.48%	89.99%	1.34%
C-3	M5	0.00 - 1.00	43.73%	55.14%	1.13%
	M6	1.00 - 1.45	3.56%	95.43%	1.01%

4.2.2. Límites de consistencia

Tabla 13 – Límites de consistencia

N°	Muestra	%LL	%LP
C-1	M1	NP	NP
	M2	NP	NP
C-2	M3	NP	NP
	M4	NP	NP
C-3	M5	NP	NP
	M6	NP	NP

4.2.3. Contenido de Humedad

Tabla 14 – Contenido de Humedad

N°	Muestra	%CH
C-1	M1	7.61%
	M2	18.53%
C-2	M3	7.30%
	M4	18.69%
C-3	M5	7.44%
	M6	18.32%

4.2.4. Clasificación de suelos

Tabla 15 – Clasificación según SUCS

N°	Muestra	Clasificación
C-1	M1	SP
	M2	SP
C-2	M3	SP
	M4	SP-SM
C-3	M5	SP
	M6	SP

4.2.5. Capacidad portante y asentamiento

Tabla 16 – Capacidad portante y Asentamiento

Capacidad de carga	Capacidad Portante (Kg/cm ²)	S (cm)
C-1	0.80	0.66
C-2	0.90	0.71
C-3	0.83	0.66

4.3. Análisis de agua de mar

4.3.1. Análisis físico

Tabla 17 – Parámetros físicos de Huanchaco

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio
Temperatura °C	17.70	20.80	19.25
Salinidad (UPS)	34.09	35.11	34.60
Oxígeno (mg/l)	3.00	6.35	4.68
Potencial de Hidrógeno (Ph)	7.81	8.11	7.96
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	23.00	47.50	35.25
Aceites y Grasas (mg/l)	0.20	1.80	1.00
Materia Orgánica Total (%)	0.26	1.55	0.91

Fuente: Instituto del Mar del Perú, 2016

4.3.2. Análisis químico

Tabla 18 – Parámetros químicos de Huanchaco

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio
Fosfatos (mg/l)	0.39	0.84	0.62
Silicatos (mg/l)	1.75	4.08	2.92
Nitratos (mg/l)	0.60	4.09	2.35
Nitritos (mg/l)	0.09	0.16	0.13

Fuente: Instituto del Mar del Perú, 2016

4.3.3. Análisis biológico

Tabla 19 – Parámetros biológicos de Huanchaco

Parámetro	Mínimo	Máximo	Promedio
Coliformes totales (NMP/100 mL)	150	550	350
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	70	410	240
Escherichia Coli (NMP/100 mL)	5	205	105

Fuente: Universidad Nacional de Trujillo, 2015

4.4. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento de agua de mar

4.4.1. Población de diseño

Tabla 20 – Cálculo de caudal y población futura

AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	CONSUMO DIARIO	MÁXIMO DIARIO	MÁXIMO HORARIO	
0	2020	10607	220 l/hab/d	27.01 l/s	35.11 l/s	48.62 l/s
1	2021	11286	220 l/hab/d	28.74 l/s	37.36 l/s	51.73 l/s
2	2022	12008	220 l/hab/d	30.58 l/s	39.75 l/s	55.04 l/s
3	2023	12777	220 l/hab/d	32.53 l/s	42.29 l/s	58.56 l/s
4	2024	13595	220 l/hab/d	34.62 l/s	45.00 l/s	62.31 l/s
5	2025	14465	220 l/hab/d	36.83 l/s	47.88 l/s	66.30 l/s
6	2026	15390	220 l/hab/d	39.19 l/s	50.94 l/s	70.54 l/s
7	2027	16375	220 l/hab/d	41.70 l/s	54.20 l/s	75.05 l/s
8	2028	17423	220 l/hab/d	44.36 l/s	57.67 l/s	79.86 l/s
9	2029	18538	220 l/hab/d	47.20 l/s	61.36 l/s	84.97 l/s
10	2030	19725	220 l/hab/d	50.23 l/s	65.29 l/s	90.41 l/s
11	2031	20987	220 l/hab/d	53.44 l/s	69.47 l/s	96.19 l/s
12	2032	22330	220 l/hab/d	56.86 l/s	73.92 l/s	102.35 l/s
13	2033	23760	220 l/hab/d	60.50 l/s	78.65 l/s	108.90 l/s
14	2034	25280	220 l/hab/d	64.37 l/s	83.68 l/s	115.87 l/s
15	2035	26898	220 l/hab/d	68.49 l/s	89.04 l/s	123.28 l/s
16	2036	28620	220 l/hab/d	72.88 l/s	94.74 l/s	131.18 l/s
17	2037	30451	220 l/hab/d	77.54 l/s	100.80 l/s	139.57 l/s
18	2038	32400	220 l/hab/d	82.50 l/s	107.25 l/s	148.50 l/s
19	2039	34474	220 l/hab/d	87.78 l/s	114.12 l/s	158.01 l/s
20	2040	36680	220 l/hab/d	93.40 l/s	121.42 l/s	168.12 l/s

4.4.2. Diseño de captación

4.4.2.1. Captación

$$Q_c = \frac{0.1214}{0.45} = 0.2698 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.4.2.2. Torre de toma

- Será de concreto armado y estará ubicada a 200 metros de la orilla y sumergida a 3.5 metros como mínimo del nivel del mar.
- Las rejillas de captación estarán ubicadas en la parte superior (3 metros como mínimo) para evitar la entrada de arena, algas, etc. Según Imitola, Lopez y Ramírez (2019), indican que la velocidad máxima de pase de agua a través de las rejillas es de 0.15 m/s garantizando un flujo laminar uniforme, disminuyendo el transporte de objetos que puedan obstruir las rejillas. Esto se logra con separación entre barrotes de 35 mm.
- El diámetro mínimo de una torre cajón es de 2 metros y debe contener una entrada para limpieza, ello garantiza un fácil mantenimiento.
- Las salidas o receptores submarinos estarán ubicado en el tercio superior de la torre para que los contaminantes decanten y no obstruyan las tuberías. El diámetro de las mismas depende del diseño hidráulico de los receptores.

4.4.2.3. Receptor submarino

Según (Imitola, Lopez y Ramírez, 2019, p41) para las estructuras de 3.5m de profundidad se debe asumir una velocidad de 1.75 m/s. En base al dato ya obtenido del caudal captado de 0.2698 m³/s, se determinó el diámetro mínimo para la tubería flexible de polietileno de alta densidad (PEAD), teniendo como base el caudal captado y a su vez la velocidad para determinada profundidad.

$$D_{min} = \sqrt{\frac{4 * Qc}{v * \pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0.2698}{1.75 * \pi}} = 0.44 \text{ m}$$

Se realizo el primer tanteo en la Ec. De Colebrook para corroborar la perdida de carga por fricción de agua con la tubería (h), tomando los datos ya obtenidos y el diámetro mínimo de la tubería.

Tabla 21 – Primer tanteo del receptor submarino

ρ	V	D	μ	Re	K	f	L	Q	g	h
1020	1.75	0.44	0.001	790884.59	0.0000015	0.01219	350	0.2698	9.81	1.50

Se obtuvo una pérdida de carga por fricción de 1.50m (Imitola, Lopez y Ramírez, 2019, p39) confirman que, al haber perdidas dinámicas mayores, se debe aumentar el diámetro de la tubería, hasta alcanzar una pérdida de carga por fricción (h) menor a 1m.

Es así que, se optó por un diámetro de 0.50 m considerando el caudal captado y la velocidad; se halló una pérdida de carga por fricción de 0.80m, por lo cual se confirma lo mencionado por Imitola, Lopez y Ramírez, que la perdida de carga por fricción debe ser menor a un metro.

Tabla 22 – Ultimo tanteo del receptor submarino

ρ	V	D	μ	Re	K	f	L	Q	g	h
1020	1.75	0.50	0.001	892500	0.0000015	0.01194	350	0.2698	9.81	0.80

4.4.2.4. Dimensiones de la cámara de captación

En base a (Imitola Lopez y Ramírez, 2019, p42), el tiempo necesario para garantizar el abastecimiento de la cámara de captación y su dimensionamiento será de 15 minutos.

$$V_{min} = Q_c * 15min = 242.84 m^3$$

Por los tanto, se optó por una cámara de 12x12 y 2 m de altura, dando un total de 288 m³.

4.4.2.5. Áreas de rejillas de captación

Según Imitola, Lopez y Ramírez (2019), las rejillas deben dejar pasar la totalidad del caudal a una velocidad de 0.15 m/s como máximo para

lograr un flujo laminar. Por lo tanto, el área mínima de rejillas para la torre es de 1.7988 m².

4.4.3. Sólidos disueltos totales (TDS)

Tabla 23 – Parámetros para el cálculo de TDS

Parámetro	Valor Promedio
Oxígeno (mg/l)	4.68
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	35.25
Aceites y Grasas (mg/l)	1
Fosfatos (mg/l)	0.62
Silicatos (mg/l)	2.92
Nitratos (mg/l)	2.35
Nitritos (mg/l)	0.13
TOTAL	46.95 mg/l

Fuente: Instituto del Mar del Perú, 2016

4.4.4. Caudales de diseño

4.4.4.1. Caudal de alimentación

$$Q_f = 971.36 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4.4.4.2. Caudal de rechazo

$$Q_r = 534.25 \text{ m}^3/\text{hr}$$

4.4.5. Presión Osmótica

Tabla 24 – Presión osmótica

	Alimentación	Rechazo	Permeado	Unidad
P _o =	33.10	60.06	0.15	BAR
	480.08	871.13	2.13	PSI

4.4.6. Diseño de pretratamiento

-Número de filtros

$$N_f = 10$$

Recálculo de caudal con 10 filtros

$$Q_o = 97.14 < 141.4 \quad \text{OK}$$

-Número de cartuchos

$$N_c = 972$$

$$N_f = 7$$

Cada filtro tiene la capacidad de contener 200 cartuchos, sin embargo, recomiendan utilizar el 70% del total. Por lo tanto, se utilizarán 140 cartuchos por cada filtro.

4.4.7. Membranas de filtración

$$N_e = 629$$

$$N_v = 90$$

4.4.8. Recuperación de energía

Tabla 25 – Resultados del recuperador de energía

Flujo	Q (m3/s)	Pr (KPA)	Potencia	
			KW	HP
Salmuera	0.148	6006	892	1197

$$\text{Consumo} = 2.04 \text{ Kw}$$

4.4.9. Intercambiador de presión

Figura 28 – Esquema de intercambiador de presión

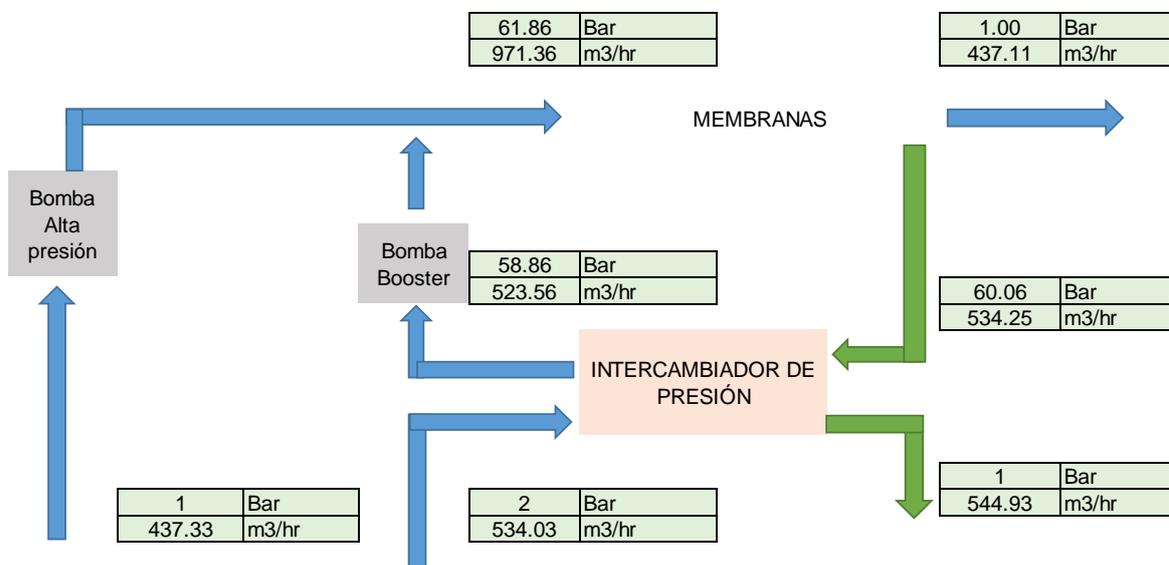


Tabla 26 – Cálculo de intercambiador de presión

Estado	Q (m3/s)	Pr (KPA)	Potencia	
			KW	HP
BAP	0.121	100.00	13	18
B. BOOSTER	0.145	5886.06	857	1150
		P. eléctrico	870	1168

$$\text{Consumo} = 1.99 \text{ Kw*hr/m}^3$$

4.4.10. Bombas de impulsión

4.4.10.1. Etapa I

Tabla 27 – Cálculo de bombas en Etapa I

Bomba	Caudal (l/s)	Hdt (m)	Hp
Alimentación	89.94	100	188

4.4.10.2. Etapa II

Tabla 28 – Cálculo de bombas en Etapa II

Bomba	Caudal (l/s)	Hdt (m)	Hp
Salmuera	148.40	10	31

4.4.10.3. Etapa III

Tabla 29 – Cálculo de bombas en Etapa III

Bomba	Caudal (l/s)	Hdt (m)	Hp
Booster	145.43	17	52
Permeado	121.42	8	21
Alta Presión	121.48	17	44

4.4.11. Tanques de almacenamiento

4.4.11.1. Tanque Intermedio

Se considera un Tiempo de llenado de 0.25 horas.

$$\text{Volumen} = 971.36 * 0.25$$

$$\text{Volumen} = 242.84 \text{ m}^3$$

Se diseño un tanque de 12x12 m y altura de 2 m.

4.4.11.2. Tanque de Permeado

Se considera un Tiempo de llenado de 1 hora.

$$\text{Volumen} = 437.11 * 1$$

$$\text{Volumen} = 437.11 \text{ m}^3$$

Se diseñó un tanque de 15x15 m y altura de 2 m.

4.4.12. Cloración

$$\text{Consumo} = 21.86 \text{ kg/h}$$

4.4.13. Reservorio

Se diseñó un reservorio apoyado circular.

Tabla 30 – Dimensiones del reservorio

DIMENSIONES DEL RESERVORIO	
VOLUMEN (m3)	403.60
ALTURA (m)	4.50
ÁREA (m2)	89.69
RADIO (m)	5.50

4.4.14. Planos arquitectónicos

Se pueden observar en el Anexo N° 06.02.

4.5. Estudio de impacto ambiental

4.5.1 Matriz de Leopold

MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																			
INSTRUCCIONES		A. ETAPA PRELIMINAR			B. ETAPA DE EJECUCIÓN							C. ETAPA DE OPERACIÓN			E. ETAPA DE CIERRE				
		A. Estudios preliminares para el proyecto	B. Transporte de personal y muestras	C. Elaboración del proyecto	A. Movilización y desmovilización de equipos	B. Instalación de obras provisionales	C. Movimiento de tierra	D. Corte y nivelación del terreno	E. Trazo de las estructuras de la planta	F. Construcción de tanques de almacenamiento	G. Transporte de material dentro y fuera de la obra	A. Nueva estructura	B. Accesibilidad	C. Potabilización de agua	D. Aumento de comercio	A. Liberación de los trabajadores	B. Desinstalación de las obras temporales	C. Limpieza y cierre	
1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto. 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto 3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la MAGNITUD del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Si el impacto es beneficioso, el valor será positivo; mientras que los impactos negativos llevarán signo negativo. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la IMPORTANCIA del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadritos alistados con números superiores.																			
2. CARACTERÍSTICAS O CONDICIONES	A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. AIRE	a. Gases y humo	-1	1	-5	-2	-1	-7	-4	-1	-7	-1	-1	-5	-1	-1	-36	
			b. Partículas en suspensión	-1	4	-1	1	-1	-1	-4	1	-1	6	1	1	4	1	1	32
			c. Polvo	-2	1	-3	4	-7	-4	-1	-6	-5	3	-1	-1	-4	-2	-8	-45
			d. Contaminación acústica	-4	4	-7	7	-2	-8	-5	-1	-6	6	-4	-1	1	-1	-1	-39
	2. AGUA	a. Contaminación de aguas superficiales	1	1	-1	-1	-6	-3	-1	-4	4	-1	-1	-1	-4	-2	-6	-29	
		b. Contaminación de aguas subterráneas	-1	1	1	1	5	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	25	
		c. Calidad de agua	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	4	1	1	1	1	16	
		d. Turbiedad	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
																		-14	
																		-20	
																	1		

V. DISCUSIÓN

La planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar fue elaborada en base a un caudal máximo de diseño de 121.42 l/s, cumpliendo con los parámetros necesarios para una operación eficiente, contando con una etapa de pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, dando así un caudal de permeado de 437.11 m³/hr, además de 3 tanques, uno para la cámara captación con un volumen de 244.8 m³, un tanque intermedio con un volumen de 242.84 m³ y un tanque de permeado de 437.11 m³, con esto se valida la hipótesis al usar el sistema de osmosis inversa en la etapa de tratamiento, debido a su alta efectividad al momento de desalinizar el agua de mar.

En la Tabla 11 se puede observar los puntos tomados con GPS, donde se muestran las coordenadas y el punto de elevación tanto de las estaciones como los puntos de referencia, según Alcántara, 2014 dicho terreno toma lugar a un suelo llano por tener una superficie con una altitud no superior a los 10 msnm y de manera constante. Por otro lado, en anexos se puede observar el plano topográfico. En la tabla 12 se puede observar el análisis granulométrico, donde se puede ver un suelo con bastante presencia de arena y poco porcentaje de finos. En la Tabla 13, Según la norma E 050 de Suelos y Cimentaciones, se puede deducir que el suelo no presenta límites por ser en su mayoría arenas, además que el contenido de humedad, estipulado en la Tabla 14, indica que el suelo contiene poca agua en sus estratos superiores, y con mayor presencia de humedad en los estratos más profundos, de igual manera en la Tabla 15 se puede observar la clasificación SUCS, indicando que se cuenta con un suelo parejo, con la misma clasificación en todas las calicatas realizadas, salvo la muestra 4, quien tuvo una combinación entre SM y SP. Por otro lado, la Tabla 16 muestra el valor de capacidad portante y asentamiento del suelo en estudio, obteniendo un valor aceptable para la construcción de la planta. Respecto al análisis de agua, se muestran tres tablas (Tablas 17, 18 y 19), las cuales hacen referencia a los parámetros físicos, químicos y biológicos, respectivamente, parámetros mínimos que se le tienen que analizar al agua según el Ministerio del Ambiente; en dichas tablas se muestran valores mínimos, máximos y promedios,

identificando que la mayoría de parámetros superan a lo permitido por las normas. La población futura está calculada en la Tabla 20, basándonos en la norma OS 090, se utilizó una proyección a 20 años, mostrándose un índice de crecimiento de 6.40%. El diseño se realizó basándose en Venera y Bonilla, 2017, donde se realizó el cálculo de los TDS, usando los parámetros establecidos en la Tabla 21, obteniendo un valor aceptable para poder ser tratado en la planta de tratamiento. Posteriormente, en la Tabla 22, se pueden observar las presiones de los caudales, obteniendo la mayor presión al botar la salmuera, presión que posteriormente será aprovechada para generar energía. En la tabla 23, se observa los resultados del recuperador de energía, el cual suministrará un total de 2.04 kw hacia las bombas de impulsión. En la Tabla 24, está estipulado el consumo del intercambiador de presión, el cual es un valor bajo, producto del aprovechamiento de la energía mediante las presiones que se generan en las tuberías. En la Tabla 25 se muestra el cálculo de la bomba de alimentación, la cual debe ser de gran potencia debido a que impulsará todo el caudal de alimentación. De la misma manera, en la Tabla 26, se encuentra el cálculo de la bomba que impulsará a la salmuera, con un valor menor, debido a que se trata del caudal de rechazo, el cual será dirigido a unas turbinas Pelton para la recuperación de energía. Por otro lado, en la Tabla 27, se tiene el cálculo de 3 bombas, la bomba Booster, la bomba de permeado y la bomba de Alta Presión, siendo la de mayor potencia la bomba de Alta presión, quien se ubica antes de ingresar a las membranas de filtración. En la Tabla 28, se observa el cálculo del volumen de reservorio, el cual será un reservorio circular apoyado. Finalmente, siguiendo las exigencias ambientales por parte del Ministerio, se puede observar la matriz de Leopold, donde se ha hecho un análisis por cada actividad, dándole valores de incidencia, con el fin de obtener el impacto negativo y positivo, obteniendo a las actividades de movimiento de tierras como las que generan mayor impacto negativo.

Imitola, López y Ramírez, 2019 realizaron un proyecto de investigación del diseño de una planta de desalinización, en la cual tenían una serie de sistemas para la planta de tratamiento, entre los que resaltaban la destilación súbita, evaporación por efectos múltiples y osmosis inversa, inclinándose por esta última

con un total de 2548 membranas para un caudal de diseño de 5075 m³/hr, de igual manera se realizó en la presente investigación, donde también se utilizó el sistema de osmosis inversa con un total de 90 membranas para un caudal de diseño de 971.36 m³/hr.

Cruzado, 2019 realizó análisis del agua de mar en el departamento de Lambayeque, con el fin de obtener los grados de contaminación mediante parámetros físicos y químicos, donde obtuvo un valor de sólidos disueltos totales de 51 mg/l. De la misma manera, los investigadores del presente trabajo realizaron un análisis del mar del balneario de Huanchaco, con la única diferencia que se agregó el análisis biológico, estos datos permitieron obtener un valor de sólidos suspendidos totales de 46.95 mg/l, valores cercanos debido a que son balnearios vecinos, estos sólidos serán tratados y eliminados en la planta de tratamiento, haciendo totalmente potable el agua, con el fin de satisfacer las necesidades de toda la población de Huanchaco. En el balneario de Huanchaco se tuvo menos contaminación a comparación con las playas de Lambayeque debido a que en Lambayeque, aun se sigue vertiendo las aguas negras producto de la producción de harina de pescado de las fábricas, generando contaminación activa y perjudicial hacia los pobladores.

Vargas, 2017 en su investigación, utiliza un sedimentador al inicio de su planta con una longitud de 23 m y un ancho de 4 m, tratándose de un pre tratamiento al agua proveniente del mar, sin embargo, ese método ya no es tan usado actualmente, si no, se utilizan filtros para las arenas, debido a la gran cantidad de arena que posee el agua marina, por tal motivo, es que en la presenta investigación, se diseñó en la zona de pre tratamiento dos líneas de pre tratamiento, con 10 filtros en cada línea, de tal manera que el agua queda libre de sólidos y arenas al momento de ingresar a las membranas. Este sistema es mucho más eficiente a comparación del desarenador debido a que obtiene un agua más limpia de sólidos con el fin de poder ser tratada sin perjudicar las membranas.

Es de suma importancia tener el dato de la vida útil de la planta de tratamiento, así como el caudal de diseño con el cual se diseña la planta de tratamiento, tal y como lo realizó Duarte y Guerrero, 2017 quienes realizaron una proyección a 25 años, con un crecimiento poblacional de 47.4% y un caudal de diseño de 18.98 l/s; teniendo estos datos, se tienen la seguridad que la planta de tratamiento abastecerá de agua a toda la población durante toda su vida útil; si se requiere ampliación, es motivo de una nueva planificación. De igual manera, los investigadores realizaron una proyección de la población únicamente a 20 años, tal y como lo especifica la norma OS 090, obtenido un caudal de diseño de 121.42 l/s, asegurándose que la planta de tratamiento será eficiente a la hora de su funcionamiento.

Melo y Herrera, 2016 realizaron el cálculo de los tanques de acuerdo a lo dimensionado, es decir, con el volumen máximo de soporte, obteniendo un tanque de captación de 8 x 8 m, con una altura de 2.5 m. Además, el cálculo de membranas fue en base al caudal de ingreso y al caudal de permeado que es lo que se quiere potabilizar para el abastecimiento de la población de Huanchaco. De igual manera se realizó en la presente investigación, tomando como valor de caudal de permeado al caudal de diseño calculado con la población futura, obtenido un valor más alto debido a que la población de Huanchaco es más extensa al del trabajo previo; por otro lado, los tanques fueron dimensionado de manera cuadrada, de acuerdo al volumen de agua que cada uno recibirá obteniendo un tanque de 12 x 12 m en cuanto a la captación e intermedio y un tanque de permeado de 15 x 15m, ambos con altura de 2 m, el flujo será impulsado mediante bombas para poder llegar a los tanques, que tienen una altura mencionada. Esto ayuda a mantener el agua reposada después de cada tratamiento, de manera que las presiones se anulan y se empieza con una nueva en una siguiente etapa.

Cortés y Mora, 2015, implementaron un sistema de potabilización de agua confiable y seguro, de tal manera que sea sostenible tanto para la conservación de medio ambiente como para el bien de los pobladores. Ellos recuperaron la energía de la presión de agua mediante 4 turbinas Pelton, las cuales, al ser

giradas por el flujo de agua, generan energía hacia los otros equipos electrónicos, obteniendo un valor de 3.5 kw de energía recuperada para la utilización en otros dispositivos. En el diseño de la presente planta de tratamiento se cuenta también con un recuperador de energía, el cual recupera un total de 2.04 kw, con el fin de poder aprovechar la presión de agua proveniente de las bombas de salmuera (Caudal de rechazo), el cual es expulsado al mar, sin embargo, en el trabajo previo utilizaron 2 turbinas debido al gran caudal de rechazo que se expulsaba. De esta manera, se realiza una acción en beneficio al medio ambiente, además de economizar la operación de planta de tratamiento. Es un método que se debería usar siempre, en obras donde lo permita.

El desarrollo del trabajo de investigación se vio limitado con el impedimento de salida para realizar los estudios básicos, como es el estudio topográfico, sin embargo, se pudieron realizar visitas y tomar puntos de referencia para poder realizar el estudio topográfico a través de softwares de diseño. A pesar de las limitaciones, se pudo obtener la representación en digital de la zona, indicando el área disponible para el diseño de la planta de tratamiento de agua de mar.

La planta de tratamiento se ubica en el balneario Huanchaco, la cual satisficará de agua potable a toda su población, de tal manera que se aprovechará el agua de mar y se acabará con la necesidad de este recurso. El balneario de Huanchaco se verá altamente beneficiado con la tecnología de osmosis inversa, la cual es usada en otros países con alta eficacia y productividad, lo que conlleva a un crecimiento sostenible al distrito, trayendo consigo mayores ingresos. Por último, en base al estudio de impacto ambiental realizado, se pudo verificar que Huanchaco no se verá afectado en la ejecución del proyecto, caso contrario, traerá consigo impactos positivos para el distrito.

Entre los hallazgos más notorios es la cantidad de membranas en base al caudal de diseño que se obtuvo en la presente investigación, con un total de 90 membranas para 971 m³/hr a comparación del realizado por Imitola, López y Ramírez, 2019 quienes obtuvieron un total de 2548 membranas para 5075 m³/hr. Por otro lado, se pudo verificar que, de acuerdo al análisis de agua realizado en

huanchaco, se obtuvo un total de 46.95 mg/l, valor parecido al que se encontró en el balneario de Lambayeque con un valor de 51 mg/l. Finalmente, se puede comparar la nueva tecnología utilizada en la presente investigación con la implementación de dos filas de 10 filtros a comparación de Duarte y Guerrero quienes utilizaron desarenadores, métodos que ya no son utilizados actualmente para este tipo de plantas de tratamientos.

VI. CONCLUSIONES

Se elaboró el diseño de la planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco, en base a un caudal máximo de diseño de 121.42 l/s, cumpliendo con los parámetros necesarios para una operación eficiente, la cual contó con las tres etapas mínimas de funcionamiento, un pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, dando así un caudal de permeado de 437.11 m³/hr, además de 3 tanques, uno para la cámara captación con un volumen de 244.8 m³, un tanque intermedio con un volumen de 242.84 m³ y un tanque de permeado de 437.11 m³, teniendo en cuenta la población futura con un tiempo de vida útil de 20 años.

Se realizó el estudio topográfico en el distrito de Huanchaco, donde se determinó utilizar la zona inferior para el diseño de la planta por la facilidad al captar el agua y por la planicie del terreno. En el levantamiento se tomaron dos puntos de estaciones y dos de referencia, siendo los puntos más elevados los ubicados encima de la loma, con una altitud máxima de 41.49 msnm y los mínimos ubicados en la zona escogida para el diseño con valores de 5.20 msnm. Cabe destacar que en la zona de estudio no se encuentra estructuras existentes, lo que significa que no hay algún impedimento al momento de realizar el diseño de la planta, más detalles se pueden observar en el plano topográfico en Anexos N° 06.

Se realizó el estudio de mecánica de suelos en la zona de estudio, donde se sacaron 6 muestras de suelos, repartidas en 3 calicatas. De la cual se obtuvieron datos de los ensayos básicos, concluyendo que se cuenta con un suelo en su mayoría SP, con mayor presencia de arenas, y, además, con presencia de humedad a partir del metro de profundidad. Por otro lado, se tuvo un valor máximo de 0.90 kg/cm² de capacidad portante y 0.71 cm de asentamiento, valores aceptables para el diseño de la planta de tratamiento. Por otro lado, el suelo no cuenta con límites de consistencia.

Se obtuvo el análisis el agua de mar del baleario de Huanchaco mediante un análisis documental de informe del Instituto del Mar del Perú titulado: “Calidad del ambiente marino costero de La Libertad. Perú. Junio 2016”. También, se trabajó con datos de la revista científica de la facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo, denominada “Caracterización físico-química y bacteriológicas del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú, 2015. De los informes mencionados se pudo extraer los parámetros físicos, químicos y biológicos, de los cuales se pueden extraer una temperatura promedio de 19.25°C, además de una salinidad de agua de 34.60 UPS, con un pH de 7.96. Por otro lado, se tuvo una concentración de fosfatos, silicatos, nitratos y nitritos de 0.62, 2.92, 2.35, 0.13 mg/l, respectivamente. En cuanto a los parámetros biológicos, se tuvo un promedio de coliformes totales de 350 NMP/100 MI, de coliformes termotolerantes de 240 NMP/100 MI y de Escherichia Coli de 105 NMP/ 100 mL.

Se realizó el diseño de la planta de tratamiento de agua de mar a una proyección de 20 años dando como resultado un caudal de diseño de 121.42 l/s. Se contó con un total de Sólidos Disueltos Totales de 46.95 mg/l. Para el pre tratamiento se utilizaron 10 filtros Veolia Water Technologies de la serie FIC-300 y FIT-300, además de 7 cartuchos de la serie 801-5 de Harmsco. Para el sistema de osmosis inversa, se utilizaron 90 membranas SW30HRLE 440i. Se diseñó un sistema de recuperador de energía mediante turbinas Pelton, con un consumo máximo de 2.04 Kw*hr/m³. Se calcularon 4 bombas en la Etapa I las cuales impulsarán el caudal de alimentación desde el tanque de almacenamiento hacia los filtros, con una potencia calculada de 188 HP. Por otro lado, en la Etapa II, se realizó el cálculo de la bomba que impulsará la salmuera, la cual deberá tener una potencia de 31 HP. En la Etapa III se tendrá el cálculo de las bombas Booster, de permeado y de Alta Presión, con una potencia de 52, 21 y 44 HP, respectivamente. La captación se realizará mediante una torre de toma, la cual conducirá el agua a través de un receptor submarino de diámetro 20”. El tanque de captación e intermedio tendrán un tamaño de 12 x 12m con 2 m de altura, así como el tanque de almacenamiento final tendrá un tamaño de 15 x 15 y una

altura de 2 m. El reservorio previo al abastecimiento del agua potable será circular y estará apoyado con un radio de 5.50 m y una altura de 4.50 m.

Se realizó el estudio de impacto ambiental, identificando como la actividad de mayor impacto negativo al corte y nivelación del terreno debido a que al momento de realizarse, se generará polvo en el aire. Por otro lado, el empleo incrementará en la zona del proyecto, de tal manera que, la población se verá beneficiada, siendo dicha actividad identificado como impacto positivo.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades públicas, en este caso a la Municipalidad de Huanchaco, a contar siempre con los datos del INEI actualizados, para estimar el caudal de diseño con el que se realizará todos los cálculos de la planta de tratamiento. Cabe destacar que, si se requiere ampliación de la planta, existe espacio disponible en la zona dada por la Municipalidad, de tal manera que no habría inconvenientes al querer una expansión. Se recomienda realizar mantenimientos a los equipos que se implementarán en la planta debido a que siempre estarán en contacto con alto grado de sal y presencia de arenas, además, para llegar al tiempo de vida útil de diseño.

Por consiguiente, se recomienda a los futuros investigadores y proyectistas ubicar y especificar el terreno donde se situará la planta de tratamiento, de manera que la línea de captación no sea muy extensa y, además, no exista la necesidad de tener que bombear el agua hacia lugares altos. Por otro lado, es importante que la zona disponible este alejada de la población para que no genere incomodidad a los pobladores.

REFERENCIAS

1. Alcantara, Dante. Topografía y sus aplicaciones. Revista Compañía Editorial Continental [en línea]. n°43. 2014, [fechas de consulta: 5 de mayo del 2020]. Disponible en. ISBN: 978-607-438-943-2
2. Ampuero, Eder. Diseño de un controlador difuso sintonizado con computación evolutiva para una planta de desalinización de agua de mar por ósmosis inversa. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019. 205p.
3. Anand, Gurudeo and Ilahee, Mahbub. Environmental concerns of desalinating seawater using reverse osmosis. Journal of environmental monitoring. 2017. [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2007/em/b708455m/unauth#!divAbstAct>.
4. Belila, Arshley [Et al.]. Bacterial community structure and variation in a full-scale seawater desalination plant for drinking water production. May 2016, Volumen 94. 72 pp. [Fecha de consulta 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135416300987> . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.02.039>
5. Bick, Amos and Oron, Gideon. Post-treatment design of seawater reverse osmosis plants: boron removal technology selection for potable water production and environmental control. July 2015. Volumen 178. 246 pp. [Fecha de consulta 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916405002511>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.01.001>
6. Biswas, Wahidul. Life Cycle Assessment of Seawater Desalinization in Western Australia. World Academy of Science, Engineering and Technology. 2019. 7 pp. [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.193.3264&rep=rep1&type=pdf> .

7. Bonilla, Edwin, Venera, Ronald. Diseño de una Planta Desalinizadora de Agua de Mar Para la isla de San Andrés. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero mecatrónico. San Andrés: Universidad santo Tomás, 2017. 77-140p.
8. Bonnelye, Veronique [Et al.]. Reverse osmosis on open intake seawater: pre-treatment strategy. Marruecos. The European Desalination Society and Office National de l'Eau Potable [En línea]. August 2014, Volumen 167. 200 pp. [Fecha de consulta 07 de mayo de 2020]. Disponible en:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0011916404003698>
9. Caminati, Alessandra, Caqui, Rocío. Análisis y Diseño de Sistemas de Tratamiento de Agua para consumo humano y su distribución en la Universidad de Piura. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial y de Sistemas. Piura: Universidad de Piura, 2013. 235p.
10. Cava, Tania, Ramos, Fiorella. Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Químico. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2016. 161p.
11. Colomina, Jordi. Diseño de una planta desalinizadora con sistema de osmosis inversa para producir 20000 m³/día. Tesis de grado (ingeniero químico). Valencia: Universidad Politécnica de valencia, 2016.115 p.
12. Córdor, Diego. Diseño de planta desalinizadora de agua de mar en montañita. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero en producción industrial. Montañita: facultad de ingeniería y ciencias agropecuarias, 2016. 121 p.
13. Construyen primera planta que convertirá agua de mar en potable en el sur de Lima. RPP Noticias [en línea]. 23 de mayo del 2018. [fecha de consulta: 23 de abril del 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/lima/actualidad/construyen-primera-planta-que-convertira-agua-de-mar-en-potable-en-el-sur-de-lima-noticia-1124619?ref=rpp>
14. Córtes, Harold y Mora, Lina. Diseño de un sistema compacto de potabilización de agua para consumo humano en la granja la fortaleza

ubicada en el municipio de Melgar – Tolima. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Bogotá: Universidad Libre, 2015. 210 p.

15. Cruzado, Evelyn. Proceso físico para la desalinización del agua de mar en la Zona Costera de Lambayeque. Tesis para optar el título de Ingeniera Ambiental. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2019. 95 p.
16. Curcio, Efre[m] [Et al.]. Membrane distillation-crystallization of seawater reverse osmosis brines. January 2016. Volumen 71. Separation and Purification Technology. 82 pp. [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586609004535>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2009.11.004>
17. Data collection instruments and procedures for investigating national-level trade in medicinal and aromatic plants – the case of Nepal [in línea]. Copenhagen: University of Copenhagen, [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carsten_Smith-Hall/publication/325176004_Data_collection_instruments_and_procedures_for_investigating_national-level_trade_in_medicinal_and_aromatic_plants-the_case_of_Nepal/links/5afc228a458515c00b6ec800/Data-collection-instruments-and-procedures-for-investigating-national-level-trade-in-medicinal-and-aromatic-plants-the-case-of-Nepal.pdf
18. Data Collection Instruments based on The Definition of Hadith. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences [en línea]. Malaysia: 2019-[Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: http://hrmars.com/hrmars_papers/Data_Collection_Instruments_based_on_The_Definition_of_Hadith.pdf. Disponible en: <https://www.fisiat.com/static/upload/16-/16-5597-2004.pdf>
19. Duarte, Camilo y Guerrero, Diego. Diseño de una planta de tratamiento de agua potable para el municipio de Tipacoque, Boyacá. Proyecto de

- Grado para optar el título de Ingeniero Ambiental. Bogotá: Universidad Libre, 2017. 89 p.
20. El agua es un bien escaso que el Perú no sabe administrar. RPP Noticias [en línea]. 22 de marzo del 2017. [fecha de consulta: 22 de abril del 2020]. Disponible en: <https://rpp.pe/peru/actualidad/la-falta-de-agua-potable-afecta-a-8-millones-de-peruanos-noticia-998969?ref=rpp>
 21. Evaluación del impacto ambiental y comercial de la feria libre en el Cantón Jipijapa [en línea]. Manabí:2018 - [fecha de consulta: 05 de mayo 2020]. ISSN: 2588-073X.
 22. Gaid, k y Treal, y. The desalination of waters by inverse osmosis: the experience of Veolia Water. Cross Ref, vol.203. (10): 1-14, 2007. [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.cheric.org/research/tech/periodicals/view.php?seq=581693>
 23. Garrido, Laura [Et al.]. Molecular characterization of activated sludge from a seawater-processing wastewater treatment plant. March 2016. [Fecha de consulta 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1751-7915.2011.00256.x>. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1751-7915.2011.00256.x>
 24. Gavilanes, Martha. Diseño de una planta potabilizadora de Agua para la zona urbana del cantón guano provincia de Chimborazo. Tesis para obtener el título de Ingeniero Químico. Riobamba: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, 2015. 152p.
 25. Gramajo, Byron. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico. Guatemala: Universidad De San Carlos De Guatemala, 2004. 69p.
 26. Gualita, Muñoz [Et al.]. Plantas desalinizadoras de agua de mar. Universidad de Atacama. Atacama: s.n, pág. 32, Informe de Laboratorio. 2018 Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/ECE3CA6BE5247E7A0525811A0072B930/\\$FILE/86826665-Plantas-desalinizadoras-OK.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/ECE3CA6BE5247E7A0525811A0072B930/$FILE/86826665-Plantas-desalinizadoras-OK.pdf)

27. Hernández, Edwin y Corredor, Carlos. Diseño y construcción de una planta modelo de tratamiento para la potabilización de agua, se dispondrá en el laboratorio de aguas de la universidad católica de Colombia. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Bogotá: universidad católica de Colombia, 2017. 82 p.
28. Hoof, Minnery and Mack. Dead-end ultrafiltration as alternative pre-treatment to reverse osmosis in seawater desalination: a case study. September 2015. Volumen 139. 168 pp. [Fecha de consulta 05 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001191640100306X>. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0011-9164\(01\)00306-X](https://doi.org/10.1016/S0011-9164(01)00306-X)
29. Imitola, Arnold, Lopez Ashley y Ramírez, Julián. Diseño de una planta desalinizadora de agua de mar en la zona de la media-alta guajira. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. Barranquilla: División de ingeniería, 2019. 77 p.
30. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones. 2018. Lima. 46p.
31. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Norma Técnica OS.020 Planta de tratamiento de agua para consumo humano. 2006. Lima. 15p.
32. Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG). Norma Técnica OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. 2006. Lima. 3p.
33. Instituto del mar del Perú. Calidad del ambiente marino costero de La Libertad, Perú. Junio 2016. Volumen 46, Número 2. 46 pp. ISSN: 0378 – 7702.
34. La segunda desaladora más grande del mundo: IDAM Ashod. TECPA [en línea]. 26 de enero del 2018. [fecha de consulta: 23 de abril del 2020]. Disponible en: <https://www.tecpa.es/las-3-desaladoras-mas-grandes-del-mundo/>
35. Lombana, Lucia D., León, Jorge E. y Ruidíaz, William. Construcción de una miniplanta de tratamiento de agua potable en la comunidad indígena zenú. Revista de Investigación Agropecuaria y Desarrollo Sostenible [en línea]. 15, diciembre 2016, [fecha de consulta: 22 de abril del 2020].

Disponible en:
<http://revistas.sena.edu.co/index.php/riads/article/view/430/779>. ISSN:
2539-0562

36. Melo, Anderson y Herrera, Juan. Diseño y construcción de una planta piloto para el tratamiento de agua potable en el laboratorio de la universidad católica de Colombia. Tesis de Grado para optar el título de Ingeniero Civil. Bogotá: universidad católica de Colombia, 2016. 107 p.
37. Migliorini, Giorgio and Luzzo, Elena. Seawater reverse osmosis plant using the pressure exchanger for energy recovery: a calculation model. February 2014. 298 pp. [Fecha de consulta 27 de mayo de 2020].
38. Mora, Darner, Portuguese, Carlos. Agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2016. Revista Tecnología en Marcha [en línea]. Vol. 31. n°2. Abril – Junio 2018, [fecha de consulta: 5 de mayo del 2020]. Disponible en:
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/3625. DOI:
<https://doi.org/10.18845/tm.v31i2.3625>
39. Pérez, Manuel. Diseño de una planta desalinizadora de 20.000 m³/día basada en una tecnología de destilación multiefecto (MED). Trabajo de grado (Ingeniero Químico). Sevilla: universidad de Sevilla, 2017. 135 p.
40. Peña, Denitza. Propuesta de uso de Agua Desalinizada de Mar para el Procesamiento de Harina y Aceite de Pescado en la Provincia de Ilo - Región Moquegua. Trabajo de grado (Bachiller en Ingeniería Industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2017. 77 p.
41. Prihasto, Noka [Et al.]. Pre-treatment strategies for seawater desalination by reverse osmosis system. November 2019. Volumen 246. 316 pp. [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001191640900873X> . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.09.010>
42. Ramirez, Bachiller. Proceso de potabilización de agua en el distrito de Ayna (la mar–Ayacucho) y mantenimiento del sistema de agua potable en el distrito de Kimbiri (la convención–Cusco). Tesis para optar el título profesional de ingeniero químico. Ayacucho: Universidad Nacional De San Cristobal De Huamanga, 2019. 165p.

43. Reportan normal abastecimiento de agua potable. Proyecto Especial CHAVIMOCHIC [en línea]. 20 de marzo del 2020. [fecha de consulta: 23 de abril del 2020]. Disponible en: <http://www.chavimochic.gob.pe/noticia.php?id=reportan-normal-abastecimiento-de-agua-potable>
44. Revista alergia México [en línea]. Ciudad de México: 2016- [fecha de consulta: 05 de mayo del 2020]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755025003> .ISSN: 0002-5151
45. Saavedra, Alfredo. Plantas desalinizadoras en la minería. *Construcción Minera* (12): 3-4, 2015. Disponible en: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/34918-2.pdf>
46. Sadhwani, Jaime, Veza, José and Santana, Carmelo. Case studies on environmental impact of seawater desalination. November 2015, Volumen 185. [Fecha de consulta 27 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S00119164050060>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2005.02.072>
47. Sanchez, Hugo, Reyes, Carlos, Mejia, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística [en línea]. Perú: Lima, 2018. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1480/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN N.º 978-612-47351-4-1
48. Sánchez, Olga [Et al.]. Assessing bacterial diversity in a seawater-processing wastewater treatment plant by 454-pyrosequencing of the 16S rRNA and amoA genes. The bacterial community. April 2015. 8 pp. [Fecha de consulta 21 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1751-7915.12052> . DOI: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.12052>
49. Senasa [en línea]. Paraguay: Asunción, [fecha de consulta: 05 de mayo del 2020]. Disponible en: http://mades.gov.py/sites/default/files/users/control/18804_xavier.f.pdf
50. Solís, Emilio. Diseño de planta compacta para la potabilización de agua de río, utilizando técnicas y recursos económicos para la parroquia san

plácido, cantón Portoviejo. Trabajo de titulación para optar el grado de Magister en Administración Ambiental. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2016.130 p.

51. TAM, Jorge, y otros. Tipos, Métodos y estrategias de investigación científica. Pensamiento y acción (5):145-154, 2008. Disponible en: http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/articulos/imarpe/oceanografia/adj_modela_pa-5-145-tam-2008-investig.pdf
52. Trujillo, Geysy y Guerrero, Ana. Caracterización físico – química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costra de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú. Revista científica de la Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo.
53. Vargas, Luis. Diseño hidráulico de la planta de tratamiento del proyecto de agua potable en la localidad de san Cristóbal de sisa - san Hilarión. Proyecto de titulación (ingeniero civil). Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín, 2017. 228 p.
54. Vela, Wilmer. Diseño estructural de concreto armado de ocho pabellones en el Colegio Militar Gran Mariscal Ramón Castilla, distrito de Huanchaco-Trujillo-La Libertad. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Trujillo, Perú. 2018. 167 pp.

ANEXOS

Anexo N° 01 Matriz de Operacionalización e Indicadores de Variables

Anexos N° 03.01 - Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 31 – Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	ÍTEMS
Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar.	Son un conjunto de estructuras en las cuales se pueden tratar el agua hasta volverlas apta para el consumo de las personas, acorde a las normas de calidad de agua establecidas. (Cárdenas, 2014).	Para el diseño de la planta se empleó estudios topográficos, mecánica de suelos respectivamente de la zona donde se ubicará la planta, así como también análisis de agua de mar, diseño hidráulico y estudio de impacto ambiental.	Estudio topográfico	Coordenadas	Razón	Ubicación del terreno
				Plano topográfico		Detalles topográficos
			Estudio de mecánica de suelos	Análisis Granulométrico (%)		Tamaños de partículas y porcentaje de tamizado.
				Límites de consistencia (%)	Limite líquido, plástico y de contracción.	
				Contenido de humedad (%)	Cantidad de agua en el suelo, peso del agua presente y peso de la muestra sin humedad.	
				Clasificación de suelos	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	
				Capacidad portante (kg/cm ²) y Asentamiento (cm)	Capacidad de carga del suelo y resistencia al corte de un suelo.	

			Análisis de agua de mar	Análisis físico (mg/l)	Razón	Ensayos de laboratorio	
				Análisis químico (mg/l)			
				Análisis biológico (NMP/100ml)			
			Diseño hidráulico de planta de tratamiento	Población de diseño (hab)	Diseño de captación	Razón	Pobladores de Huanchaco
							Caudal captado de la torre de toma y receptor submarino
				Razón	Sólidos disueltos totales (mg/l)	Contaminación del mar	
					Caudales de diseño (m3/hr)	Cantidad de agua que se tratará en la planta	
					Presión Osmótica (Bar)	Presión de cada caudal	
					Diseño de Pretratamiento	Filtros para el agua captada	
					Membranas de filtración	Sistema de osmosis inversa	
					Recuperación de energía (KW)	Reutilización de energía	
					Intercambiador de presión (KW)	Aprovechamiento de presión	

				Bombas de impulsión (HP)		Cálculo de bombas en 3 etapas
				Tanques de almacenamiento (m3)		Tanque de captación, intermedio y de permeado
				Cloración (kg/hr)		Desinfección total del agua
				Reservorio		Almacenamiento de agua para mantener el normal abastecimiento en determinados períodos
				Planos Arquitectónicos		Distribución de equipos y tanques
			Estudio de impacto ambiental	Matriz de Leopold	Nominal	Impactos positivos
						Impactos negativos

Anexos N° 03.02 - Indicadores de Variables

Tabla 32 – Matriz de operacionalización de variables

Objetivos Específicos	Dimensiones	Indicadores	Descripción	Técnica / Instrumento	Tiempo Empleado	Modo de Cálculo
Realizar el estudio topográfico	Estudio topográfico	Coordenadas	Se realizó mediante Softwares de diseño	Softwares, Ficha de resumen	15	Softwares de diseño
		Plano topográfico				
Realizar el estudio de mecánica de suelos	Estudio de mecánica de suelos	Análisis Granulométrico (%)	Se realizó un estudio de mecánica de suelos en la zona del proyecto	Ficha de resumen, informe de laboratorio	15	Análisis de informe de laboratorio
		Límites de consistencia (%)				
		Contenido de humedad (%)				
		Clasificación de suelos SUCS				
		Capacidad portante (kg/cm ²) y Asentamiento (cm)				
Obtener el agua de mar del balneario de Huanchaco	Análisis de agua de mar	Análisis físicos (mg/l)	Se obtuvo un informe de análisis de agua de mar de Huanchaco, donde se obtuvieron los	Ficha de registro de datos, informe de laboratorio	5 días	Análisis de informe de laboratorio
		Análisis químicos (mg/l)				
		Análisis biológicos (NMP/100ml)				

			datos necesarios			
Realizar el diseño de la planta de tratamiento de agua de mar	Diseño hidráulico de planta de tratamiento	Población de diseño (hab)	Se realizó teniendo en cuenta la población de diseño y el caudal necesario	Parámetros establecidos en normas de diseño	20 días	Cálculos hidráulicos
		Diseño de captación				
		Sólidos disueltos totales (mg/l)				
		Caudales de diseño (m ³ /hr)				
		Presión Osmótica (Bar)				
		Diseño de Pretratamiento				
		Membranas de filtración				
		Recuperación de energía (KW)				
		Intercambiador de presión (KW)				
		Bombas de impulsión (HP)				
		Tanques de almacenamiento (m ³)				
		Cloración (kg/hr)				
		Reservorio				
		Planos Arquitectónicos				

Realizar el estudio de impacto ambiental	Estudio de impacto ambiental	Matriz de Leopold	Se identificaron los impactos que puedan generarse en el proyecto	Se utilizó la matriz de Leopold	10	Valores de incidencia
--	------------------------------	-------------------	---	---------------------------------	----	-----------------------

Anexo N° 04 – Instrumentos de recolección de datos

Anexo N° 04.01 – Ficha de resumen para Estudio Topográfico

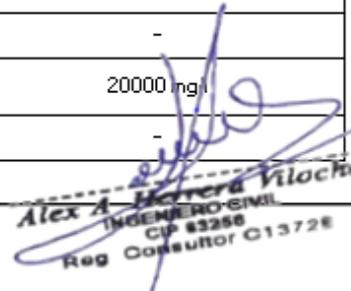
FICHA DE RESUMEN PARA ESTUDIO TOPOGRÁFICO				
I. DATOS DEL PROYECTO				
TITULO DE TESIS:				
INVESTIGADOR:				
LUGAR:				
FECHA:				
II. IMAGEN SATELITAL				
SOFTWARE UTILIZADO:				
 Alex A. Herrera Vilochte INGENIERO CIVIL CP 83258 Reg. Consultor C13728				
DESCRIPCIÓN:				
III. PUNTOS DE CONTROL				
SISTEMA DE REFERENCIA:				
PUNTOS DE REFERENCIA				
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
IV. PROCESAMIENTO DE DATOS				
SOFTWARE UTILIZADO PARA OBTENCIÓN DE DATOS			CODIFICACIÓN	
			CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SOFTWARE UTILIZADO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS				
PLANO	ESCALA	EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL		
PLANTA				

Anexo N° 04.02 – Ficha de registro para Estudio de Mecánica de Suelos

FICHA DE REGISTRO PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
I. DATOS DEL PROYECTO			
TÍTULO DE TESIS:			
INVESTIGADOR:			
AUTOR:			
FECHA:			
II. DATOS GENERALES			
CALICATA:		DISTRITO:	
MUESTRA:		PROVINCIA:	
PROFUNDIDAD:		REGIÓN:	
III. RESUMEN DE ENSAYOS BÁSICOS DE LABORATORIO			
	M1	M2	
% CH			 Alex A. Herrera Vilochi INGENIERO CIVIL CIP 83288 Reg. Consultor C13728
% GRAVAS			
% ARENA			
% FINOS			
% LL			
% LP			
CLASIFICACIÓN			
SUCS			
III. CAPACIDAD PORTANTE (TERZAGHI)			
PESO UNITARIO	COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN	CAPACIDAD DE CARGA

Anexo N° 04.03 – Ficha de registro para Análisis de agua de mar

FICHA DE REGISTRO PARA EL ANÁLISIS DE AGUA DE MAR			
I. DATOS DEL PROYECTO			
TÍTULO DE TESIS:			
INVESTIGADOR:			
NOMBRE DEL DOCUMENTO:			
AUTOR:			
LUGAR:			
II. DATOS DE TOMA DE MUESTRA			
FECHA:		VOLUMEN:	
HORA:		COD. FRASCOS:	
III. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO			
PARAMETRO	RESULTADOS	VALORES NORMALES (MINAM)	
OXÍGENO DISUELTO		4 mg/l	
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)		5.5 - 9.0	
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		1500 mg/l	
ACEITES Y GRASAS		1.7 mg/l	
MATERIA ORGÁNICA TOTAL		-	
SALINIDAD		-	
TEMPERATURA		-	
FOSFATOS		0.15 mg/l	
SILICATOS		-	
NITRATOS		50 mg/l	
NITRITOS		-	
COLIFORMES TOTALES		-	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES		20000 ng/l	
ESCHERICHIA COLI		-	



Alex A. Herrera Viloché
 INGENIERO CIVIL
 CIP 43288
 Reg. Consultor C13728

Anexo N° 04.04 – Ficha de resumen para Estudio Topográfico

FICHA DE RESUMEN PARA ESTUDIO TOPOGRÁFICO				
I. DATOS DEL PROYECTO				
TÍTULO DE TESIS:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo			
INVESTIGADOR:	DÍAZ RAMOS, JOSÉ ANDRÉS			
	ROJAS GUTIÉRREZ, ABEL ARTURO			
LUGAR:	Huanchaco			
FECHA:	Set-20			
II. IMAGEN SATELITAL				
SOFTWARE UTILIZADO:	Google Earth			
				
DESCRIPCIÓN:	Fotografía tomada el 24/09/20			
III. PUNTOS DE CONTROL				
SISTEMA DE REFERENCIA:	UTM WGS84			
PUNTOS DE REFERENCIA				
PUNTO	NORTE	ESTE	ALTURA	DESCRIPCIÓN
1	9108097.230	706820.771	6.52	E-01
2	9108207.786	706943.474	41.49	E-02
3	9108053.843	706807.366	5.20	BM-01
4	9108221.146	707022.812	29.42	BM-02
IV. PROCESAMIENTO DE DATOS				
SOFTWARE UTILIZADO PARA OBTENCIÓN DE DATOS			CODIFICACIÓN	
Global Mapper			CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
SOFTWARE UTILIZADO PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS			PER	Perímetro
AutoCAD Civil 3D			CAR	Carretera
PLANO	ESCALA	EQUIDISTANCIA DE CURVAS DE NIVEL	EST-X	Estación
PLANTA	1/750	1 m	BM-X	Bench Mark

Anexo N° 04.05 – Ficha de registro para Estudio de mecánica de Suelos

FICHA DE REGISTRO PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS			
I. DATOS DEL PROYECTO			
TÍTULO DE TESIS:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo		
INVESTIGADOR:	DÍAZ RAMOS, JOSÉ ANDRÉS		
	ROJAS GUTIERREZ, ABEL ARTURO		
AUTOR:	JVC CONSULTORÍA GEOTECNICA S.A.C		
FECHA:	Nov-11		
II. DATOS GENERALES			
CALICATA:	C-1	DISTRITO:	Huanchaco
MUESTRA:	M1 - M2	PROVINCIA:	Trujillo
PROFUNDIDAD:	0 - 1.40	REGIÓN:	La Libertad
III. RESUMEN DE ENSAYOS BÁSICOS DE LABORATORIO			
	M1	M2	
% CH	7.61%	18.53%	
% GRAVAS	42.36%	3.37%	
% ARENA	55.93%	94.21%	
% FINOS	1.70%	1.33%	
% LL	NP	NP	
% LP	NP	NP	
CLASIFICACIÓN			
SUCS	SP	SP	
III. CAPACIDAD PORTANTE (TERZAGHI)			
PESO UNITARIO	COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN	CAPACIDAD DE CARGA
1.80 tn/m ³	0	21.21	0.80 kg/cm ²



Alex A. Herrera Vilochte
INGENIERO CIVIL
CIP 83268
Reg. Consultor C13728

FICHA DE REGISTRO PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

I. DATOS DEL PROYECTO

TÍTULO DE TESIS:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo
INVESTIGADOR:	DÍAZ RAMOS, JOSÉ ANDRÉS ROJAS GUTIERREZ, ABEL ARTURO
AUTOR:	JVC CONSULTORÍA GEOTECNICA S.A.C
FECHA:	Nov-11

II. DATOS GENERALES

CALICATA:	C-2	DISTRITO:	Huanchaco
MUESTRA:	M3 - M4	PROVINCIA:	Trujillo
PROFUNDIDAD:	0 - 1.50	REGIÓN:	La Libertad

III. RESUMEN DE ENSAYOS BÁSICOS DE LABORATORIO

	M1	M2
% CH	7.30%	18.69%
% GRAVAS	42.95%	4.48%
% ARENA	55.52%	89.99%
% FINOS	1.53%	1.34%
% LL	NP	NP
% LP	NP	NP
CLASIFICACIÓN		
SUCS	SP	SP-SM

Alex A. Herrera Vilochte
INGENIERO CIVIL
CIP 83288
Reg Consultor C13728

III. CAPACIDAD PORTANTE (TERZAGHI)

PESO UNITARIO	COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN	CAPACIDAD DE CARGA
1.78 tn/m3	0	22.22	0.90 kg/cm2

FICHA DE REGISTRO PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

I. DATOS DEL PROYECTO

TÍTULO DE TESIS:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo
INVESTIGADOR:	DÍAZ RAMOS, JOSÉ ANDRÉS ROJAS GUTIERREZ, ABEL ARTURO
AUTOR:	JVC CONSULTORÍA GEOTECNICA S.A.C
FECHA:	Nov-11

II. DATOS GENERALES

CALICATA:	C-3	DISTRITO:	Huanchaco
MUESTRA:	M5 - M6	PROVINCIA:	Trujillo
PROFUNDIDAD:	0 - 1.45	REGIÓN:	La Libertad

III. RESUMEN DE ENSAYOS BÁSICOS DE LABORATORIO

	M1	M2
% CH	7.44%	18.32%
% GRAVAS	43.73%	3.56%
% ARENA	55.14%	95.43%
% FINOS	1.13%	1.01%
% LL	NP	NP
% LP	NP	NP
CLASIFICACIÓN		
SUCS	SP	SP

Alex A. Herrera Vilochte
INGENIERO CIVIL
CIP 83288
Reg Consultor C13728

III. CAPACIDAD PORTANTE (TERZAGHI)

PESO UNITARIO	COHESIÓN	ÁNGULO DE FRICCIÓN	CAPACIDAD DE CARGA
1.75 tn/m ³	0	21.67	0.83 kg/cm ²

Anexo N° 04.06 – Ficha de registro para Análisis de agua de mar

FICHA DE REGISTRO PARA EL ANÁLISIS DE AGUA DE MAR			
I. DATOS DEL PROYECTO			
TÍTULO DE TESIS:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo		
INVESTIGADOR:	DÍAZ RAMOS, JOSÉ ANDRÉS		
	ROJAS GUTIÉRREZ, ABEL ARTURO		
NOMBRE DEL DOCUMENTO:	Calidad del ambiente marino costero de La Libertad. Perú. Junio 2016 - Caracterización físico-química y bacteriológicas del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú, 2015.		
AUTOR:	Instituto del Mar del Perú - Universidad Nacional de Trujillo		
LUGAR:	Huanchaco-Perú		
II. DATOS DE TOMA DE MUESTRA			
FECHA:	Set-20	VOLUMEN:	3 L
HORA:	-	COD. FRASCOS:	F-1
III. RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO			
PARAMETRO	RESULTADOS	VALORES NORMALES (MINAM)	
OXÍGENO DISUELTO	6.35	4 mg/l	
POTENCIAL DE HIDRÓGENO (PH)	8.11	5.5 - 9.0	
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	47.5	1500 mg/l	
ACEITES Y GRASAS	1.8	1.7 mg/l	
MATERIA ORGÁNICA TOTAL	1.55	-	
SALINIDAD	35.11	-	
TEMPERATURA	20.8	-	
FOSFATOS	0.84	0.15 mg/l	
SILICATOS	4.08	-	
NITRATOS	4.09	50 mg/l	
NITRITOS	4.09	-	
COLIFORMES TOTALES	550	-	
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	410	20000 mg/l	
ESCHERICHIA COLI	205	-	

Alex A. Herrera Viloché
 INGENIERO CIVIL
 CIP 83258
 Reg. Consultor G13728

Anexo N° 05 – Validez y confiabilidad de los instrumentos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco -Trujillo
Línea de investigación:	DISEÑO DE OBRAS HIDRÁULICAS Y SANEAMIENTO
Apellidos y nombres del experto:	Herrera Viloché Alex Arquímedes
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Independiente

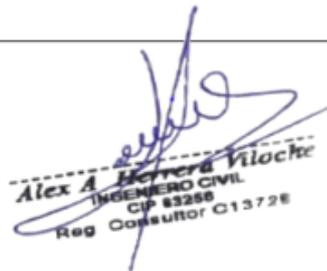
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:

Fuente: Elaboración propia


 Alex A. Herrera Viloché
 INGENIERO CIVIL
 CP 83288
 Reg. Consultor G13728

Anexo N° 06 – Fotos y Documentos

Anexos N° 06.01 – Fotos

Foto N° 01 y N° 02 – Reconocimiento del lugar



Foto N° 03 y N° 04 - Toma de puntos con GPS



Foto N° 05 y N° 06 - Toma de muestras en Calicata C-01

C-01/ M-1 = 0.00 - 1.10



C-01/ M-2 = 1.10 - 1.40



Foto N° 07 y N° 08 - Toma de muestras en Calicata C-02

C-02/ M-3 = 0.00 - 1.20



C-02/ M-4 = 1.20 - 1.50



Foto N° 09 y N° 10 - Toma de muestras en Calicata C-03

C-03/ M-5 = 0.00 - 1.00



C-03/ M-6 = 1.00 - 1.45



Foto N° 11 y N° 12 – Ensayos de Laboratorio



Anexos N° 06.02 – Documentos

Documento N° 01 – Estudio de mecánica de suelos “Diseño de planta de tratamiento para la potabilización de agua de mar del balneario de Huanchaco - Trujillo”



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :	
Sonsaje/Muestra :	Calicata C-01 / M-1
Código de Muestra :	Huanchaco
Observación :	Material de Compacidad Baja

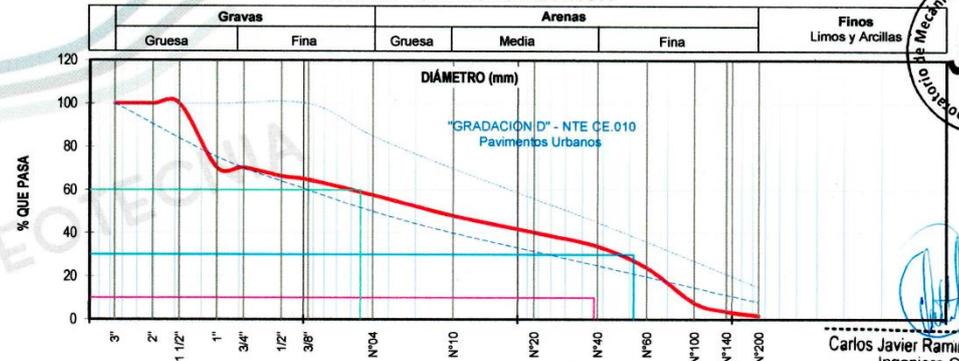
ENSAYO :		HUMEDAD NATURAL	
Masa Séca de Fracción :	944.50 gr.	Sh + Tara :	265.96 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca :	944.50 gr.	Ss + Tara :	252.65 gr.
Masa de Fracción Tamizada :	944.50 gr.	Tara :	77.42 gr.
		Humedad(%) :	7.60

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	280.00	29.65	29.65	70.35
3/4"	19.050	0.00	0.00	29.65	70.35
1/2"	12.700	37.20	3.94	33.58	66.42
3/8"	9.500	15.50	1.64	35.22	64.78
N°04	4.750	67.40	7.14	42.36	57.64
N°10	2.000	91.60	9.70	52.06	47.94
N°20	0.840	72.10	7.63	59.69	40.31
N°40	0.425	61.20	6.48	66.17	33.83
N°60	0.250	93.50	9.90	76.07	23.93
N°100	0.150	153.30	16.23	92.30	7.70
N°140	0.106	38.10	4.03	96.34	3.66
N°200	0.075	18.50	1.96	98.30	1.70
< 200	Plato	16.10	1.70	100.00	0.00
Total		944.50			

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido :	NP
L. Plástico :	NP
Ind. Plástico :	NP
CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487) :	SP
Clas. AASHTO (ASTM D3282) :	A-1-a (0)
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava	
DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m) :	- 1.10
ESTRATO C-01 / E-02 :	0.70 - 1.10
PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava :	42.36
% Arena :	55.93
% Finos :	1.70

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.44	D30 = 0.29	D60 = 5.42	COEF.	CU = 12.30	CC = 0.00
---------------------	------------	------------	------------	-------	------------	-----------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

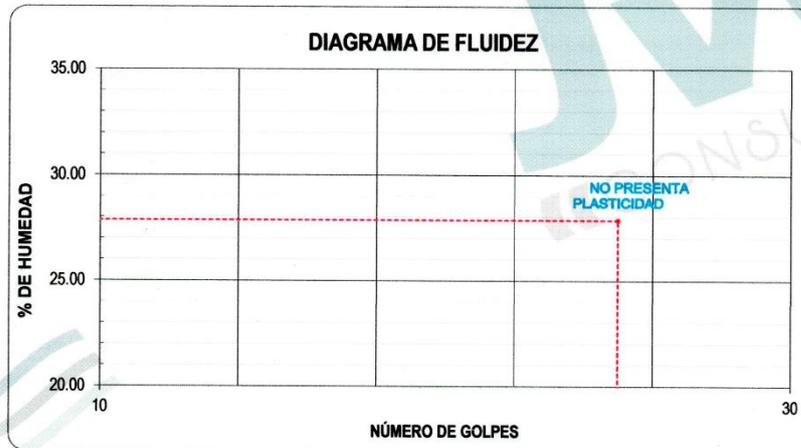


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

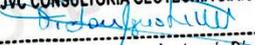
PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMIREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

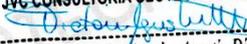
PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.10 m.
Calicata / Muestra : C-01 / M-1
Estrato : 0.70 - 1.10 m.

Analisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN	B-09	B-01
Masa de Recipiente (gr.)	78.76	76.07
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	259.17	272.74
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	250.47	263.95
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	245.82	259.47
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	245.82	259.47
Masa de Suelo Seco (gr.)	167.06	183.40
Masa de Agua (gr.)	13.35	13.27
Contenido de Humedad (%)	7.99	7.24
Clasificación Visual - Manual	SP	SP
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.61	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE RESPONSABLE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :
 Muestra : Calicata C-01 / M-2
 Código de Muestra : Huanchaco
 Observación : Material de Compacidad Baja

ENSAYO :
 Masa Seca de Fracción : 641.20 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 641.20 gr.
 Masa de Fracción Tamizada : 634.20 gr.

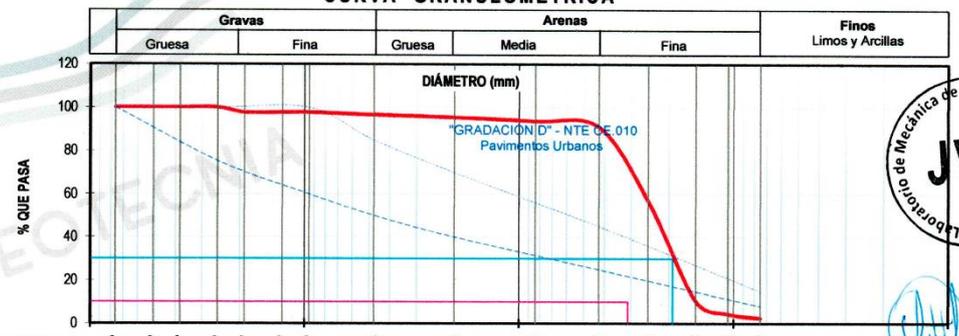
HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	235.61 gr.
Se + Tara	210.73 gr.
Tara	77.41 gr.
Humedad(%)	18.67

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	14.90	2.32	2.32	97.68
1/2"	12.700	0.00	0.00	2.32	97.68
3/8"	9.500	0.00	0.00	2.32	97.68
N°04	4.750	6.70	1.04	3.37	96.63
N°10	2.000	7.70	1.20	4.57	95.43
N°20	0.840	11.40	1.78	6.35	93.65
N°40	0.425	16.80	2.62	8.97	91.03
N°60	0.250	218.80	34.12	43.09	56.91
N°100	0.150	298.40	46.54	89.63	10.37
N°140	0.106	38.50	6.00	95.63	4.37
N°200	0.075	12.50	1.95	97.58	2.42
< 200	Plato	8.50	1.33	98.91	1.09
Total		634.20			

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido	NP
L. Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	SP
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-3 (0)
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava	
DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m)	- 1.40
ESTRATO	C-01 / E-03 : 1.10 - 1.40
PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	3.37
% Arena	94.21
% Finos	1.33

DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.31 D30 = 0.19 D60 = -79.14	COEF.	CU = -255.10 CC = 0.00
---------------------	--	-------	---------------------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

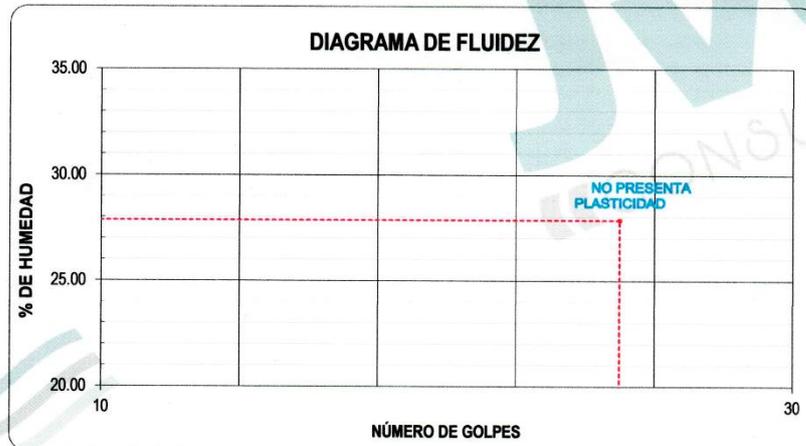


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

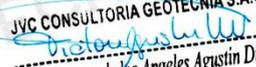
PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.40 m.
Calicata / Muestra : C-01 / M-2
Estrato : 1.10 - 1.40 m.

Análisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN	B-06	B-08
Masa de Recipiente (gr.)	79.42	75.39
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	183.48	287.74
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	172.16	258.42
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	167.51	253.94
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	167.51	253.94
Masa de Suelo Seco (gr.)	88.09	178.55
Masa de Agua (gr.)	15.97	33.80
Contenido de Humedad (%)	18.13	18.93
Clasificación Visual - Manual	SP	SP
Contenido de Humedad Promedio (%)	18.53	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :
 Sonstaje/Muestra : Calicata C-02 / M-3
 Código de Muestra : Huanchaco
 Observación : Material de Compacidad Baja

ENSAYO :
 Masa Secca de Fracción : 933.50 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 933.50 gr.
 Masa de Fracción Tamizada : 933.50 gr.

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	265.74 gr.
Se + Tara	252.96 gr.
Tara	77.42 gr.
Humedad(%)	7.28

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	241.51	25.87	25.87	74.13
3/4"	19.050	48.25	5.17	31.04	68.96
1/2"	12.700	26.35	2.82	33.86	66.14
3/8"	9.500	16.40	1.76	35.62	64.38
N°04	4.750	68.40	7.33	42.95	57.05
N°10	2.000	90.56	9.70	52.65	47.35
N°20	0.840	69.24	7.42	60.07	39.93
N°40	0.425	62.34	6.68	66.74	33.26
N°60	0.250	90.28	9.67	76.41	23.59
N°100	0.150	149.57	16.02	92.44	7.56
N°140	0.106	39.79	4.26	96.70	3.30
N°200	0.075	16.54	1.77	98.47	1.53
< 200	Plato	14.27	1.53	100.00	0.00
Total		933.50			

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido	NP
L. Plástico	NP
Ind. Plástico	NP

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	SP
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)

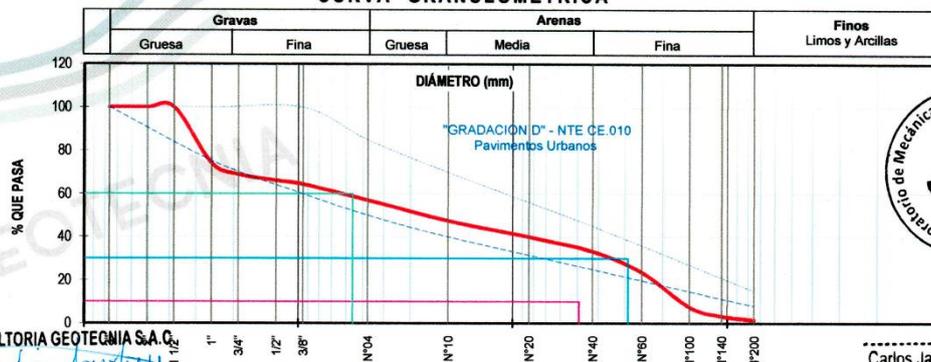
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava	

DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m)	- 1.20
ESTRATO	C-02 / E-02 : 0.50 - 1.20

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	42.95
% Arena	55.52
% Finos	1.53

DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.49	D30 = 0.29	D60 = 5.59	COEF.	CU = 11.40	CC = 0.00
---------------------	------------	------------	------------	-------	------------	-----------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

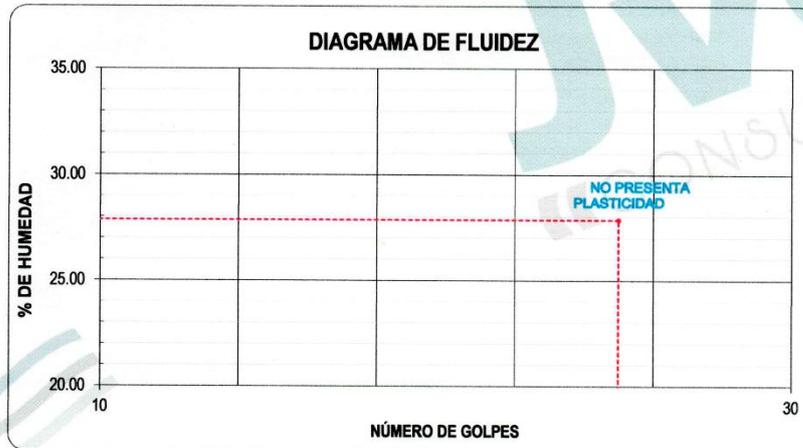


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216**

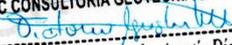
PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.20 m.
Calicata / Muestra : C-02 / M-3
Estrato : 0.50 - 1.20 m.

Analisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

**CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216**

DESCRIPCIÓN	B-09	B-01
Masa de Recipiente (gr.)	78.76	76.07
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	258.27	273.21
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	249.57	264.86
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	245.54	260.38
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	245.54	260.38
Masa de Suelo Seco (gr.)	166.78	184.31
Masa de Agua (gr.)	12.73	12.83
Contenido de Humedad (%)	7.63	6.96
Clasificación Visual - Manual	SP	SP
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.30	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :
 Sonstaje/Muestra : Calicata C-02 / M-4
 Código de Muestra : Huanchaco
 Observación : Material de Compacidad Baja

ENSAYO :
 Masa Seca de Fracción : 641.20 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 641.20 gr.
 Masa de Fracción Tamizada : 614.30 gr.

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	217.44 gr.
Ss + Tara	195.58 gr.
Tara	78.26 gr.
Humedad(%)	18.63

ENSAYO GRANULOMÉTRICO					
Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	15.70	2.45	2.45	97.55
3/8"	9.500	4.80	0.75	3.20	96.80
N°04	4.750	8.20	1.28	4.48	95.52
N°10	2.000	7.70	1.20	5.68	94.32
N°20	0.840	11.70	1.82	7.50	92.50
N°40	0.425	20.40	3.18	10.68	89.32
N°60	0.250	199.70	31.14	41.83	58.17
N°100	0.150	280.60	43.76	85.59	14.41
N°140	0.106	40.50	6.32	91.91	8.09
N°200	0.075	16.40	2.56	94.46	5.54
< 200	Plato	8.60	1.34	95.80	4.20
Total		614.30			

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA			
L. Líquido	:	NP	
L. Plástico	:	NP	
Ind. Plástico	:	NP	

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	: SP-SM
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	: A-3 (0)

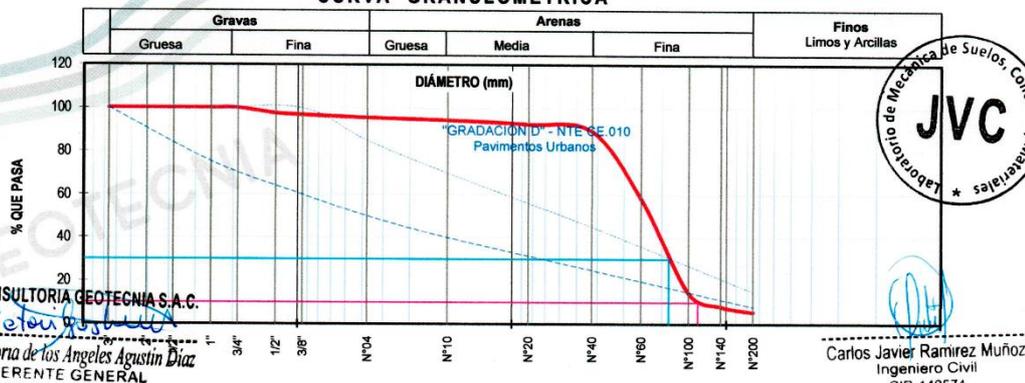
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava	

DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m)	: - 1.50
ESTRATO	: C-02 / E-03 : 1.20 - 1.50

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	= 4.48
% Arena	= 89.99
% Finos	= 1.34

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.14	D30 = 0.19	D60 = -76.60	COEF.	CU = -565.50	CC = 0.00
---------------------	------------	------------	--------------	-------	--------------	-----------

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

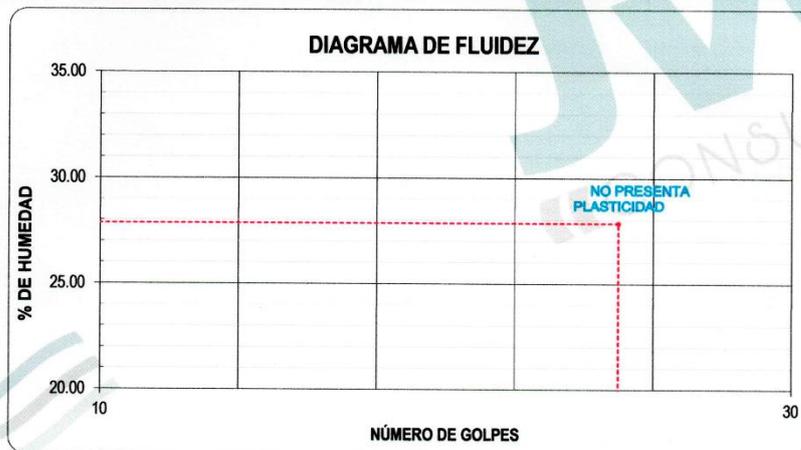


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

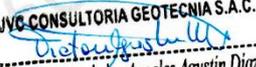
LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMIREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



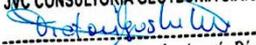


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	: DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.50 m.
Calicata / Muestra : C-02 / M-4
Estrato : 1.20 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	B-07	B-11
Masa de Recipiente (gr.)	80.24	76.27
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	175.98	258.89
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	165.43	234.85
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	160.78	230.37
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	160.78	230.37
Masa de Suelo Seco (gr.)	80.54	154.10
Masa de Agua (gr.)	15.20	28.52
Contenido de Humedad (%)	18.87	18.51
Clasificación Visual - Manual	SP-SM	SP-SM
Contenido de Humedad Promedio (%)	18.69	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913**

PROYECTO : DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE : DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE : ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN : BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : 11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :
Sonsaje/Muestra : Calicata C-03 / M-5
Código de Muestra : Huanchaco
Observación : Material de Compacidad Baja

ENSAYO :
Masa Seca de Fracción : 941.18 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca : 941.18 gr.
Masa de Fracción Tamizada : 941.18 gr.

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	353.93 gr.
Se + Tara	334.74 gr.
Tara	77.18 gr.
Humedad(%)	7.45

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	300.45	31.92	31.92	68.08
3/4"	19.050	0.00	0.00	31.92	68.08
1/2"	12.700	30.52	3.24	35.17	64.83
3/8"	9.500	10.24	1.09	36.25	63.75
N°04	4.750	70.35	7.47	43.73	56.27
N°10	2.000	96.57	10.26	53.99	46.01
N°20	0.840	70.54	7.49	61.48	38.52
N°40	0.425	58.24	6.19	67.67	32.33
N°60	0.250	88.65	9.42	77.09	22.91
N°100	0.150	150.24	15.96	93.05	6.95
N°140	0.106	40.22	4.27	97.33	2.67
N°200	0.075	14.52	1.54	98.87	1.13
< 200	Plato	10.64	1.13	100.00	0.00
Total		941.18			

LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido	NP
L. Plástico	NP
Ind. Plástico	NP

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	SP
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-1-a (0)

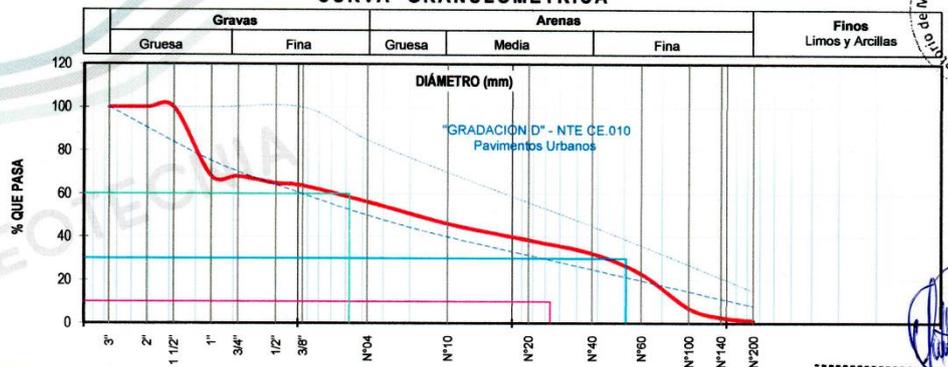
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA	
Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava	

DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m)	- 1.00
ESTRATO	C-03 / E-02 : 0.60 - 1.00

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	43.73
% Arena	55.14
% Finos	1.13

DIÁMETROS D10 =	0.66	COEF. CU =	8.70
EFFECTIVOS D30 =	0.29	CC =	0.00
D60 =	5.75		

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 146374



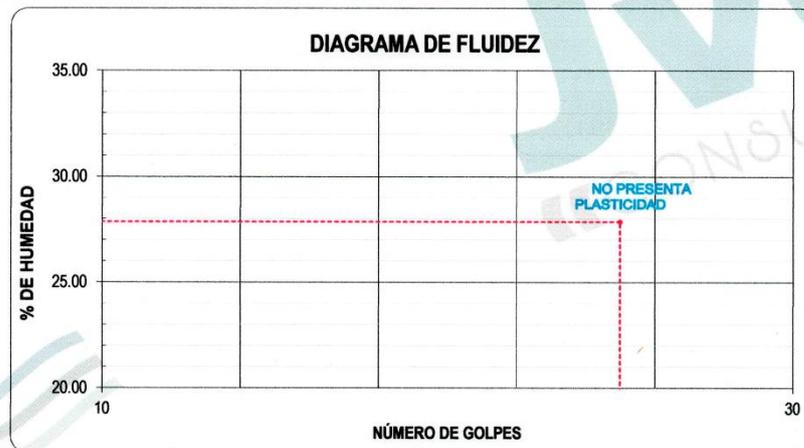


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

CONSULTORIA GEOTECNIA

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.00 m.
Calicata / Muestra : C-03 / M-5
Estrato : 0.60 - 1.00 m.

Análisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216

DESCRIPCIÓN	B-09	B-01
Masa de Recipiente (gr.)	77.81	76.54
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	342.52	365.34
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	329.28	349.33
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	324.63	344.85
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	324.63	344.85
Masa de Suelo Seco (gr.)	246.82	268.31
Masa de Agua (gr.)	17.89	20.49
Contenido de Humedad (%)	7.25	7.64
Clasificación Visual - Manual	SP	SP
Contenido de Humedad Promedio (%)	7.44	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

DATOS :
 Sonstaje/Muestra : Calicata C-03 / M-6
 Código de Muestra : Huanchaco
 Observación : Material de Compacidad Baja

ENSAYO :
 Masa Seca de Fracción : 646.68 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 646.68 gr.
 Masa de Fracción Tamizada : 646.68 gr.

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	200.99 gr.
Se + Tara	181.89 gr.
Tara	77.64 gr.
Humedad(%)	18.33

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	14.54	2.25	2.25	97.75
1/2"	12.700	0.00	0.00	2.25	97.75
3/8"	9.500	0.00	0.00	2.25	97.75
N°04	4.750	8.50	1.31	3.56	96.44
N°10	2.000	9.36	1.45	5.01	94.99
N°20	0.840	25.00	3.87	8.88	91.12
N°40	0.425	21.95	3.39	12.27	87.73
N°60	0.250	225.82	34.92	47.19	52.81
N°100	0.150	285.36	44.13	91.32	8.68
N°140	0.106	38.63	5.97	97.29	2.71
N°200	0.075	11.00	1.70	98.99	1.01
< 200	Plato	6.52	1.01	100.00	0.00
Total		646.68			

LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA	
L. Líquido	NP
L. Plástico	NP
Ind. Plástico	NP

CLASIFICACIÓN / ASTM	
Clas. SUCS (ASTM D2487)	SP
Clas. AASHTO (ASTM D3282)	A-3 (0)

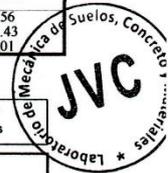
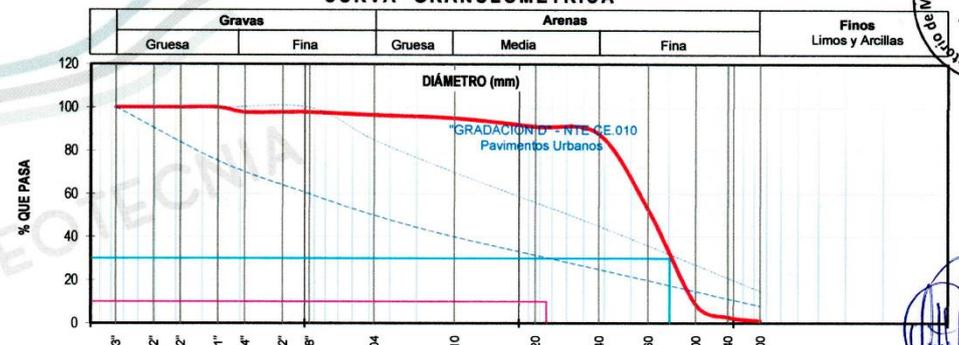
NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
 Arenas Mal Graduadas con Limos y Grava

DESCRIPCIÓN DE SONDAJE	
PROF. MUEST. (m)	- 1.45
ESTRATO	C-03 / E-03 : 1.00 - 1.45

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA	
% Grava	3.56
% Arena	95.43
% Finos	1.01

DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.74 D30 = 0.20 D60 = -64.48	COEF.	CU = -86.70 CC = 0.00
---------------------	--	-------	--------------------------

CURVA GRANULOMÉTRICA



CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Director General
 Ing. Víctor Manuel Aguilar Díaz
 GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

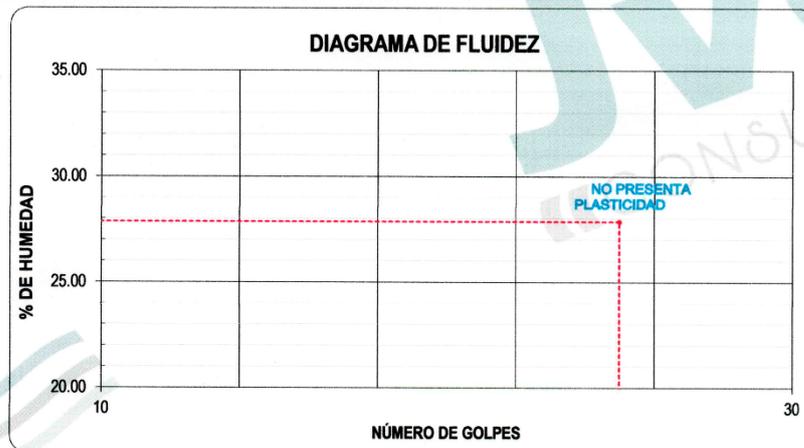


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

PROYECTO	:	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	:	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	:	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	:	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	11 DE NOVIEMBRE DE 2020

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	-	-	-	-	-
Peso tara (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (gr.)	-	-	-	-	-
Humedad %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Límites	0.00			0.00	



OBSERVACIÓN: NO PRESENTA LÍMITES

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

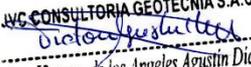


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE	: DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE	: ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN	: BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: 11 DE NOVIEMBRE DE 2020

Prof. de Muestreo : - 1.45 m.
Calicata / Muestra : C-03 / M-6
Estrato : 1.00 - 1.45 m.

Analisis Preliminar (Separación)
Tamaño Máximo : N° 04
Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	B-06	B-08
Masa de Recipiente (gr.)	77.26	78.02
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	198.52	203.46
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	184.80	188.10
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	180.15	183.62
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	180.15	183.62
Masa de Suelo Seco (gr.)	102.89	105.60
Masa de Agua (gr.)	18.37	19.84
Contenido de Humedad (%)	17.85	18.79
Clasificación Visual - Manual	SP	SP
Contenido de Humedad Promedio (%)	18.32	

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020
CALICATA N° 01- ESTRATO E - 3 / PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 1.10 M	

<p>CAPACIDAD DE CARGA Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE / RM N°406-2018</p> $q_d = s_c i_c c N_c + i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_\gamma i_\gamma \gamma_2 B' N_\gamma$	<p>ASENTAMIENTO INICIAL Teoría Elástica</p> $S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$	<p> DICIEMBRE 2020 CÓDIGO: JVC1 </p>																		
<p>FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA</p> $N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$ $N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left[45 + \frac{\phi'}{2} \right]$ $N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$	<p>FACTORES DE FORMA</p> $S_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$ $S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$ $S_\gamma = 1 - 0,2 \frac{B}{L} > 0,6$	<p>FACTORES DE INCLINACIÓN</p> $i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^2}{90^2} \right)^2$ $i_\gamma = \left(1 - \frac{\alpha^2}{\phi^2} \right)^2$																		
<p>FACTORES EXTERNOS</p> <p>No Registra Nivel Frástico = W Tipo de Falla = Local por Corte</p>	<p>Relación de Poisson $\mu_s = 0,25$ Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 220,00 \text{ kg/cm}^2$</p>	<p> Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 254,00 \text{ cm/m}$ Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 130,00 \text{ cm/m}$ Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 153,00 \text{ cm/m}$ </p>																		
<p>Nivel de Agua Freática Registrada: NNF = 1,40 m. Peso U. Volumétrico Sobre Cimentación: $\gamma_1 = 1,80 \text{ Tn/m}^3$ Peso U. Volumétrico de Cimentación: $\gamma_2 = 1,95 \text{ Tn/m}^3$ Profundidad de Desplante - Zapata: DF = 1,10 m. Profundidad de Desplante - C.Corrído: DF = 0,70 m. Factor de seguridad: FS = 3,00</p>	<p>Sobrecarga en la base de la cimentación: $DI_\gamma = 1,98 \text{ Tn/m}^2$ Sobrecarga en la base del cimiento corrido: $DI_\gamma = 1,26 \text{ Tn/m}^2$</p>	<p>Parámetros de Resistencia</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ángulo de Fricción ϕ</th> <th>Cohesión C</th> <th>N_c</th> <th>N_q</th> <th>N_γ</th> <th>N_q/N_c</th> <th>$\tan \phi$</th> <th>Ángulo de Fricción ϕ</th> <th>Cohesión C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30,2</td> <td>0</td> <td>16,028</td> <td>7,219</td> <td>3,546</td> <td>0,450</td> <td>0,388</td> <td>21,21</td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table>	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión C	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión C	30,2	0	16,028	7,219	3,546	0,450	0,388	21,21	0,00
Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión C	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$	Ángulo de Fricción ϕ	Cohesión C												
30,2	0	16,028	7,219	3,546	0,450	0,388	21,21	0,00												

B= Ancho de la cimentación
L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA									
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sg	w	w'	qd (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.05	0.35	0.15
0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.07	0.38	0.17
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.08	0.36	0.20
0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.10	0.37	0.22
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.12	0.37	0.24
0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.13	0.38	0.27
0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.15	0.38	0.29
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.19	0.40	0.34

CIMENTACION CUADRADA									
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sg	w	w'	qd (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
1.00	1.00	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.26	0.75	0.42
1.20	1.20	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.32	0.77	0.51
1.30	1.30	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.34	0.78	0.56
1.40	1.40	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.37	0.79	0.61
1.45	1.45	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.39	0.80	0.64
1.50	1.50	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.40	0.80	0.66
1.55	1.55	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.41	0.80	0.69
1.60	1.60	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.43	0.81	0.72
1.70	1.70	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.45	0.82	0.77
1.80	1.80	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.48	0.83	0.82
2.00	2.00	1.20	1.39	0.80	1.00	1.00	2.54	0.85	0.94

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

considerar como valor único de diseño:
 $q_{admisible} = 0,80 \text{ kg/cm}^2$
 $q_{admisible} = 8,00 \text{ tn/m}^2$
 $Q = 17,99 \text{ tn}$
 $S = 0,66 \text{ cm}$

CARGA ADMISIBLE BRUTA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO			
SUCS	SP		
AASHTO	A-3 (t)		
COLOR	ϕ'	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
Gris	21,21	0,00	1,80



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DIÁZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020
CALICATA N° 02- ESTRATO E - 3 / PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 1.10 M	

CAPACIDAD DE CARGA
Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE / RM N°406-2018

ASENTAMIENTO INICIAL
Teoría Elástica
 $S = C_s q B \left(\frac{1-v^2}{E_s} \right)$

DICIEMBRE 2020
CÓDIGO: JVC2

$$q_d = s_c i_c c N_c + i_q \gamma_1 D_f N_q + 0,5 s_r i_r \gamma_2 B' N_r$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left[45 + \frac{\phi'}{2} \right]$$

$$N_r = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_r = 1 - 0,2 \frac{B}{L} \quad > 0,6$$

FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\alpha^2}{90^\circ} \right)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\alpha^2}{\phi^2} \right)^2$$

FACTORES EXTERNOS

No Registra Nivel Freático = W
Tipo de Falla = Local por Corte

Nivel de Agua Freática Registrada	NNF = 1.50 m.
Peso U. Volumétrico Sobre Cimentación	$\gamma_1 = 1.78 \text{ Tn/m}^3$
Peso U. Volumétrico de Cimentación	$\gamma_2 = 1.93 \text{ Tn/m}^3$
Profundidad de Desplante - Zapata	$D_f = 1.10 \text{ m.}$
Profundidad de Desplante - C.Corrido	$D_f = 0.70 \text{ m.}$
Factor de seguridad	FS = 3.00
Sobrecarga en la base de la cimentación	$D_f = 1.96 \text{ Tn/m}^2$
Sobrecarga en la base del cimiento corrido	$D_f = 1.25 \text{ Tn/m}^2$

Relación de Poisson	$\mu_s = 0.25$
Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 230.00 \text{ kg/cm}^2$
Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s = 254.00 \text{ cm/m}$
Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s = 130.00 \text{ cm/m}$
Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s = 153.00 \text{ cm/m}$

Parámetros de Resistencia	
Angulo de Fricción	Cohesión (kg/cm ²)
ϕ	C
31.5	0

N_c	N_q	N_r	N_q/N_c	$\tan \phi$
17.132	7.999	4.224	0.467	0.409

Criterio de Falla "Local por Corte"	
Angulo de Fricción	Cohesión (kg/cm ²)
ϕ	C
22.22	0.00

B= Ancho de la cimentación
L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA									
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_g	w	w'	qd (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.16	0.39	0.16
0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.18	0.39	0.18
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.20	0.40	0.21
0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.22	0.41	0.23
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.24	0.41	0.26
0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.26	0.42	0.28
0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.28	0.43	0.31
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.32	0.44	0.37

CIMENTACION CUADRADA									
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_g	w	w'	qd (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.00	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.53	0.84	0.45
1.20	1.20	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.60	0.87	0.55
1.30	1.30	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.63	0.88	0.60
1.40	1.40	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.66	0.89	0.66
1.45	1.45	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.68	0.89	0.69
1.50	1.50	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.70	0.90	0.71
1.55	1.55	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.71	0.90	0.74
1.60	1.60	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.73	0.91	0.77
1.70	1.70	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.76	0.92	0.83
1.80	1.80	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.79	0.93	0.89
2.00	2.00	1.20	1.41	0.80	1.00	1.00	2.86	0.95	1.01

Se puede considerar como valor único de diseño:

$Q_{admisible}$	= 0.90	kg/cm ²
$Q_{admisible}$	= 8.98	tn/m ²
Q	= 20.21	tn
S	= 0.71	cm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO			
SUCS	SP		
AASHTO	A-3 (0)		
COLOR	ϕ^*	c (kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ²)
Gris	22.22	0.00	1.78

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES	
PROYECTO :	DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BALNEARIO DE HUANCHACO - TRUJILLO
SOLICITANTE :	DÍAZ RAMOS JOSÉ ANDRÉS - ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO
RESPONSABLE :	ING. CARLOS JAVIER RAMÍREZ MUÑOZ
UBICACIÓN :	BALNEARIO DE HUANCHACO - CARR. COSTANERA KM 13 - HUANCHACO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA :	11 DE NOVIEMBRE DE 2020
CALICATA N° 03- ESTRATO E - 3 / PROFUNDIDAD DE DESPLANTE 1.10 M	

CAPACIDAD DE CARGA
Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" del RNE / RM N°406-2018

ASENTAMIENTO INICIAL
Teoría Elástica
DICIEMBRE 2020
CÓDIGO: JVC3

$$q_d = s_c \cdot i_c \cdot c \cdot N_c + i_q \cdot \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + 0,5 \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot \gamma_2 \cdot B' \cdot N_{\gamma}$$

$$S = C_s \cdot q \cdot B \cdot \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

FACTORES DE FORMA

FACTORES DE INCLINACIÓN

FACTORES EXTERNOS

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_q = e^{(\pi \tan \phi')} \tan^2 \left[45 + \frac{\phi'}{2} \right]$$

$$N_{\gamma} = (N_q - 1) \tan(1,4 \phi')$$

$$S_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_{\gamma} = 1 - 0,2 \frac{B}{L} \geq 0,6$$

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\sigma}{90^{\circ}} \right)^2$$

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{\sigma}{90^{\circ}} \right)^2$$

No Registra Nivel Freatico = W
Tipo de Falla = Local por Corte

Nivel de Agua Freatica Registrada
Peso U. Volumetrico Sobre Cimentación
Peso U. Volumetrico de Cimentación
Profundidad de Desplante - Zapata
Profundidad de Desplante - C.Corrído
Factor de seguridad

NNF =	1.45 m.
Y ₁ =	1.75 Tn/m3
Y ₂ =	1.92 Tn/m3
Df =	1.10 m.
Df =	0.70 m.
FS =	3.00
Df _v =	1.93 Tn/m2
Df _v =	1.23 Tn/m2

Relación de Poisson
Módulo de elasticidad del suelo

μ =	0.25
E _s =	230.00 kg/cm ²

Factor de forma y rigidez cimentación corrida	C _s =	254.00	cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	C _s =	130.00	cm/m
Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	C _s =	153.00	cm/m

Parámetros de Resistencia	
Angulo de Fricción φ	Cohesión (kg/cm ²) C
30.8	0

N _c	N _q	N _γ	N _q /N _c	Tan φ
16.524	7.567	3.844	0.458	0.397

Criterio de Falla "Local por Corte"	
Angulo de Fricción φ	Cohesión (kg/cm ²) C
21.67	0.00

B= Ancho de la cimentación
L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA									
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sγ	w	w'	qd (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.07	0.36	0.15
0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.09	0.36	0.17
0.50	1.00	1.00	1.09	1.00	-	-	1.11	0.37	0.19
0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.13	0.38	0.21
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.15	0.38	0.24
0.65	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.17	0.39	0.26
0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.19	0.40	0.29
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.22	0.41	0.34

CIMENTACION CUADRADA									
B (m)	L (m)	Sc	Sq	Sγ	w	w'	qd (kg/cm ²)	qad (kg/cm ²)	S (cm)
1.00	1.00	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.33	0.78	0.41
1.20	1.20	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.39	0.80	0.51
1.30	1.30	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.42	0.81	0.56
1.40	1.40	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.45	0.82	0.61
1.45	1.45	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.46	0.82	0.63
1.50	1.50	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.48	0.83	0.66
1.55	1.55	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.49	0.83	0.68
1.60	1.60	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.51	0.84	0.71
1.70	1.70	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.54	0.85	0.76
1.80	1.80	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.57	0.86	0.82
2.00	2.00	1.20	1.40	0.80	1.00	1.00	2.63	0.88	0.93

Se puede considerar como valor único de diseño:

Q _{admisible} =	0.83	kg/cm ²
Q _{admisible} =	8.26	tn/m ²
Q =	18.59	tn
S =	0.66	cm

CARGA ADMISIBLE BRUTA

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO			
SUCS	SP		
AASHTO	A-3 (I)		
COLOR	Ø°	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ²)
Grís	21.67	0.00	1.75

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Víctor de los Angeles Quintana Díaz
GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

Documento N° 02 – Análisis de agua de mar

“Calidad del ambiente marino costero de la Libertad, Perú. Junio 2016”

Página 209

Rebaza, Escudero, Alfaro et al.

Calidad del ambiente marino costero de La Libertad, Perú. Junio 2016

Sedimento

Materia orgánica total

La mayor concentración de materia orgánica total se encontró en la zona centro sur 1,51% (Estación A), promedio en 1,4 %. El sedimento estuvo constituido predominantemente por arena fina con olor a sulfuros (Tabla 10).

Granulometría

Las muestras tomadas de las playas de Salaverry, Uripe, Las Delicias y Buenos Aires, mostraron que la granulometría varió de arena muy gruesa a arena fina; predominando el tipo arena fina con porcentajes que variaron entre 37,9 y 79,4 % (Fig. 28).

HUANCHACO

En la intermareal, la temperatura superficial del mar promedio fue 18,8 °C. En el muelle artesanal de Huanchaco, estación E, se registró el mayor valor de TSM, oxígeno y pH; sin embargo, la salinidad fue la mínima, 34,800 UPS; estos valores establecieron la presencia de las Aguas Costeras Frías.

En la playa de Buenos Aires, Estación A, el agua de mar superficial presentó estado hipóxico, asociado con la menor concentración de salinidad, posiblemente por la descarga de aguas de origen continental al mar.

La concentración de sólidos suspendidos totales, excepto en la Estación G, superó la norma vigente. La máxima concentración de aceites y grasas, 1,80 mg/L, se detectó en la playa Buenos Aires, Estación A; sin embargo, cumplió con los ECA en la Categoría 4.

La mayor concentración de MOT en sedimentos superficiales se encontró en la zona centro sur 1,55%

Tabla 10.- Descripción y % MOT en el sedimento superficial marino de la intermareal de Salaverry, junio 2016

Estación	Descripción de la muestra	% MOT
A	Arena fina más restos de conchuela. Sin olor sulfuros. Munsell: 5 y 6/1 gray (Gris).	1,51
B	Arena media más restos de conchuelas partidas. Sin olor a sulfuro. Munsell: Gley 1 5/10 y Greenish - Gray (verdoso-gris).	1,77
C	Arena fina sin olor a sulfuros. Munsell: Gley 1/10 Greenish gray (verdoso-gris).	1,55
D	Arena fina sin olor sulfuro. Munsell: 5 y 5/1 gray.	1,25
E	Arena media más conchuela partida sin olor a sulfuro. Munsell: 5 y 7/1 light gray	1,15

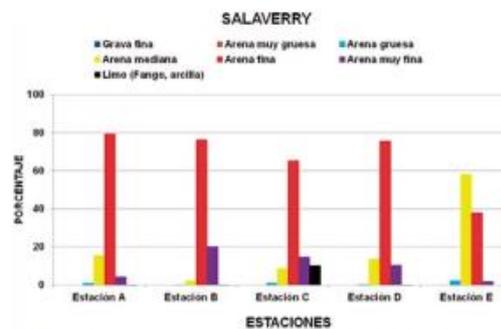


Figura 28.- Composición granulométrica del sedimento superficial marino de Salaverry. Junio 2016

(Estación F), los sedimentos estuvieron constituidos predominantemente por arena fina, sin olor a sulfuros y el porcentaje promedio fue 0,85% (Tabla 11).

Tabla 11.- Concentraciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la intermareal de Huanchaco. Junio 2016

HUANCHACO	Mínima	Estación	Máxima	Estación	Promedio
Temperatura °C	17,70	F	20,80	E	18,70
Salinidad (UPS)	34,09	A	35,11	G	34,73
Oxígeno (mg/L)	3,00	A	6,35	E	5,62
Potencial de Hidronio	7,81	F	8,11	E	7,92
Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	23,00	G	47,50	A	35,33
Aceites y Grasas (mg/L)	0,20	F	1,80	A	0,80
Materia Orgánica Total (%)	0,26	A	1,55	F	0,85
Fosfatos (mg/L)	0,39	A 50 M	0,84	A	0,54
Silicatos (mg/L)	1,75	F	4,08	A 50 M	2,62
Nitrato (mg/L)	0,60	F	4,09	A 50 M	1,64
Nitrito (mg/L)	0,09	A 50M	0,16	F	0,12
Coliformes totales (NMP/100 mL)	1,80	F Y G	140000,00	A 50 M	28447,32
Coliformes termotolerantes NMP/100 mL	1,80	F Y G	23000,00	A 50 M	4747,32

“Caracterización físico-química y bacteriológica del agua marina en la zona litoral costera de Huanchaco y Huanchaquito, Trujillo, Perú”,
Página 29

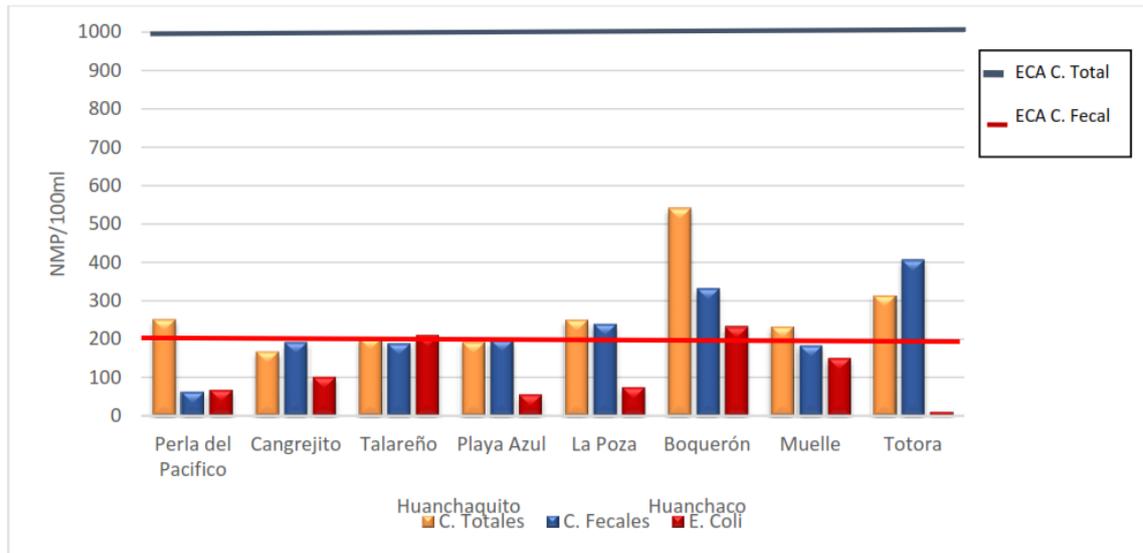


Fig. 6: Variación promedio de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* (NMP/100 ml) en cada una de las estaciones de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad-Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio:

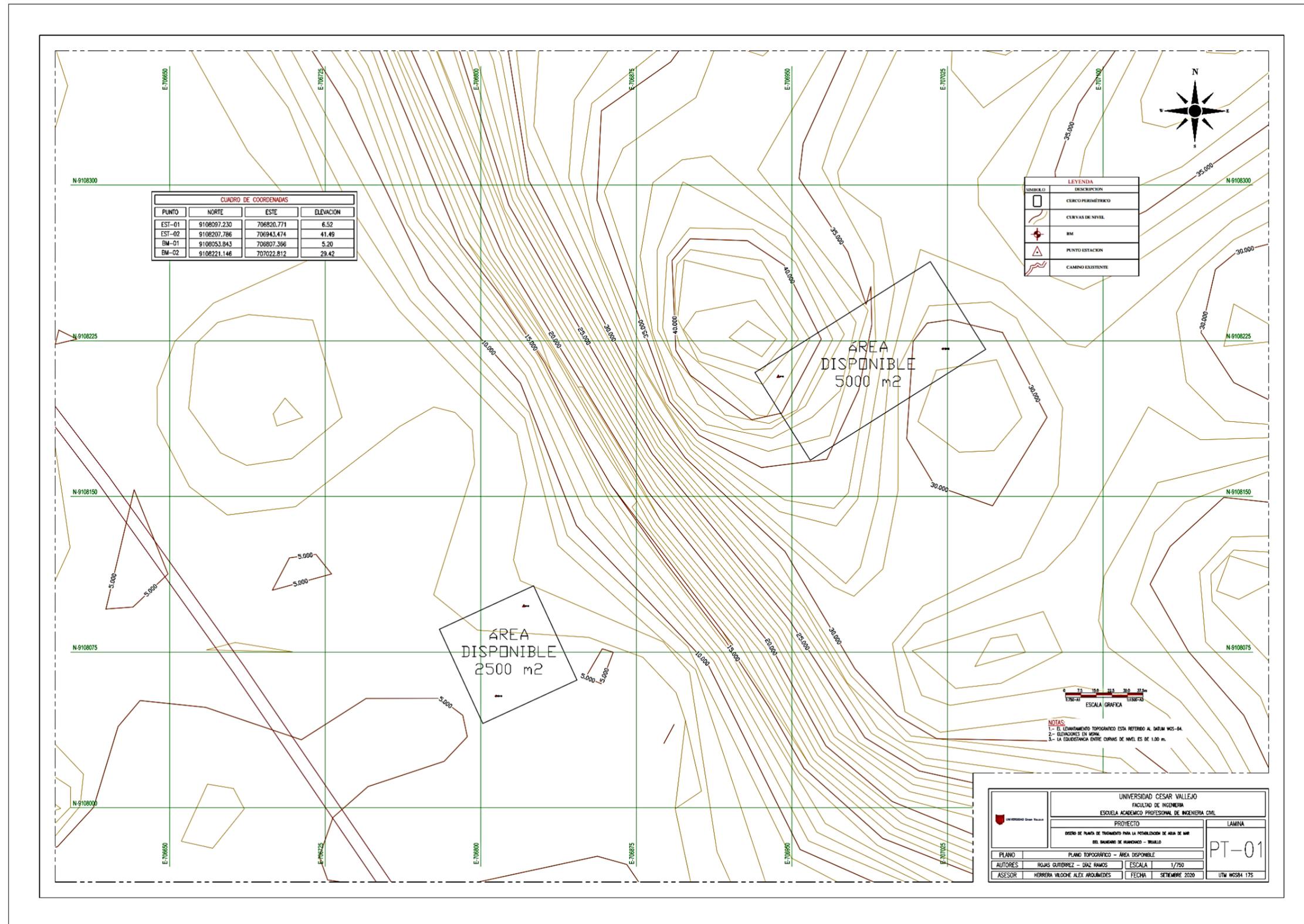
El estudio se llevó a cabo en las aguas del litoral de las playas de Huanchaco: 79°04' LO, 8° 7' LS y de Huanchaquito: 79°10' LO y 8° 1' LS en la ciudad de Trujillo, Perú (Fig. 1) .



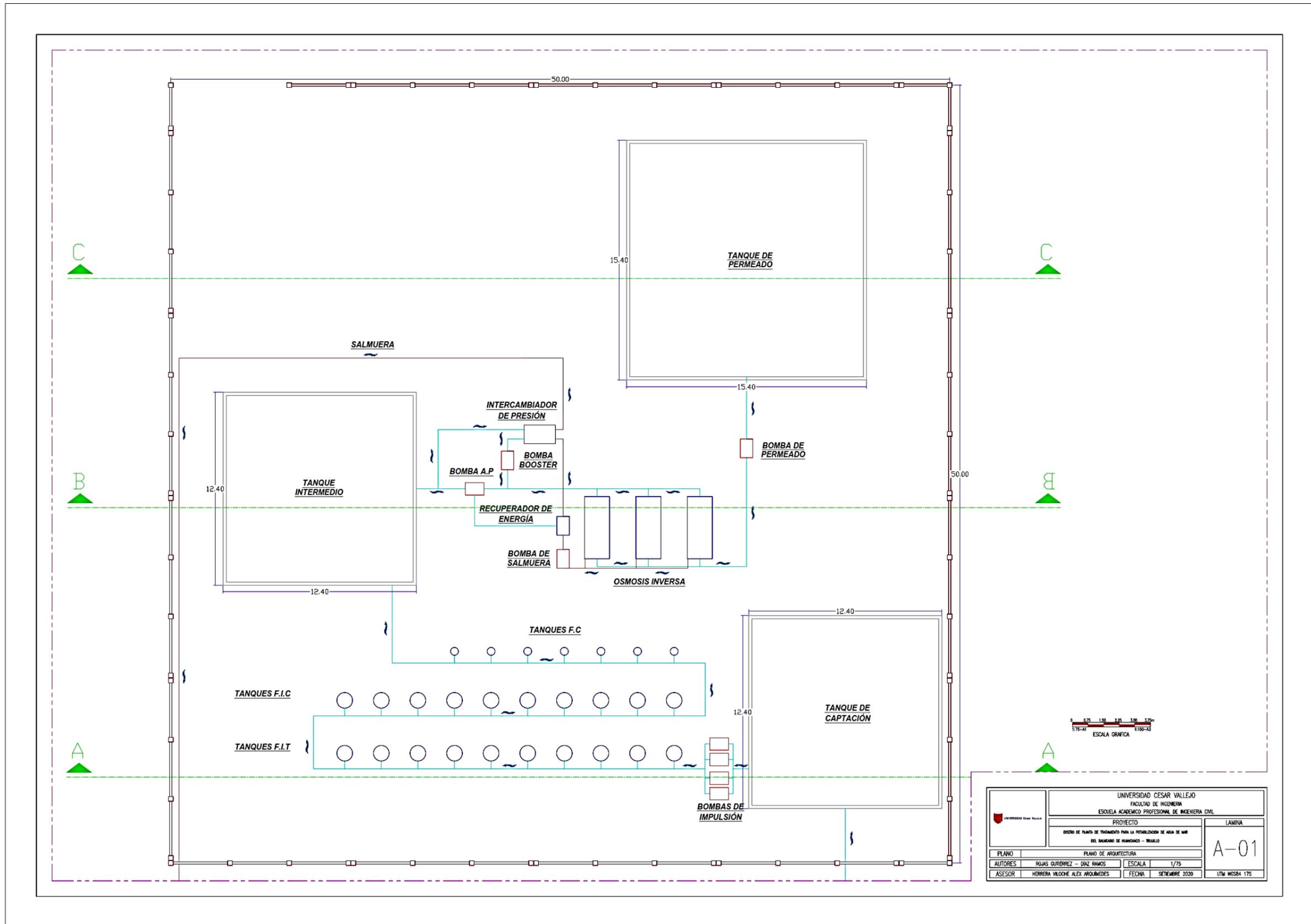
Fig. 1. Ubicación de las zonas de muestreo de las playas Huanchaco y Huanchaquito, La Libertad, Perú. (Fuente: Google Earth Satelital)

Documento N° 03-Planos

- Plano Topográfico (PT-01)



• Planos Arquitectónicos (A-01 Y A-02)



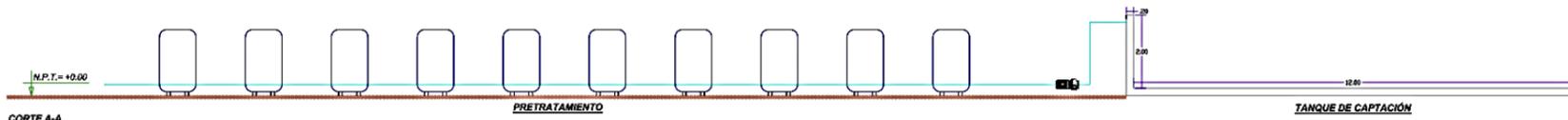
CORTE C-C
ESD 1/75



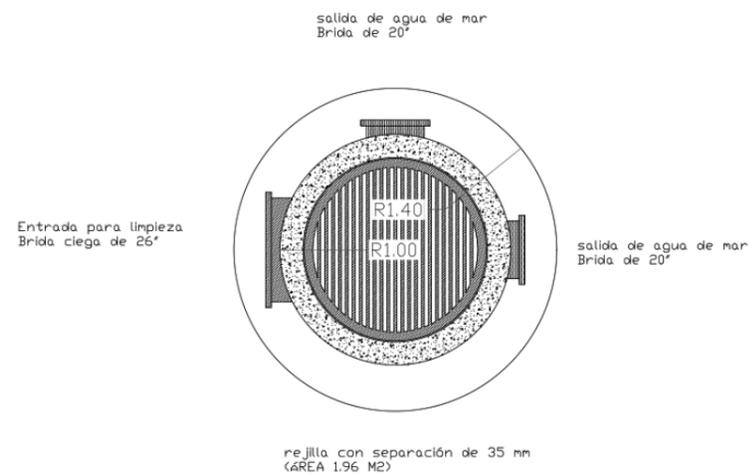
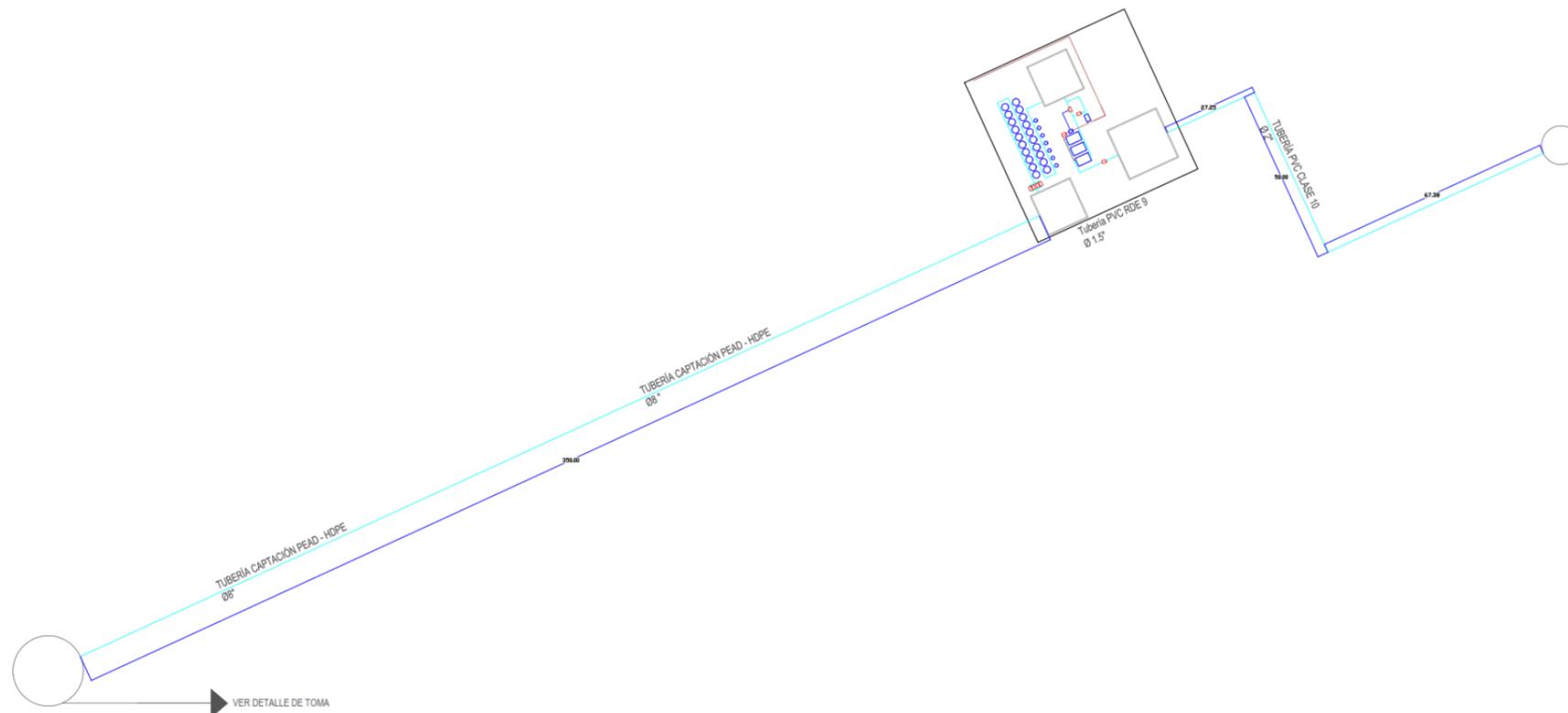
CORTE B-B
ESD 1/75



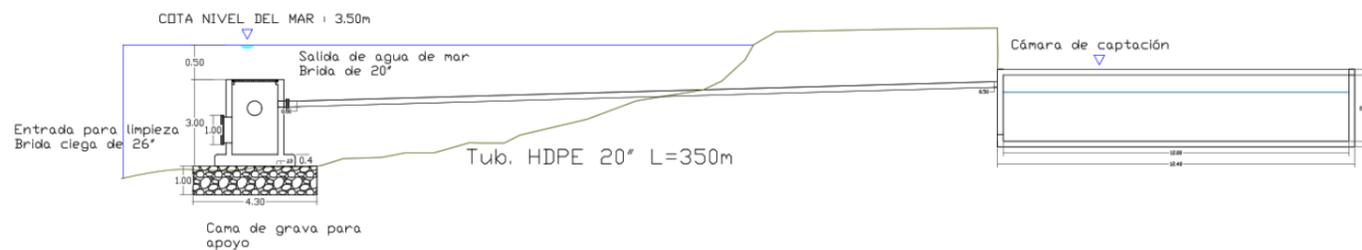
CORTE A-A
ESD 1/75



	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA A-02
	PROYECTO DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BAÑADERO DE HUANACHICO - TRUJILLO		
PLANO	PLANO DE CORTES		
AUTORES	ROJAS GUILBERTEZ - DIAZ RAMOS	ESCALA	1/75
ASESOR	HERRERA VILCOCHE ALEX AROUJIMEDES	FECHA	SEPTIEMBRE 2020
			UTM WGS84 17S



PLANTA TORRE DE TOMA
ESC: 1/25



PERFIL TORRE DE TOMA
ESC: 1/100

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO				LAMINA	
DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA DE MAR DEL BAÑERO DE HUANCAVICO - TRUJILLO				A-03	
PLANO GENERAL DE PLANTA DE TRATAMIENTO					
AUTORES	ROJAS GUTIERREZ - DIAZ RAMOS	ESCALA	INDICADA		
ASESOR	HERRERA VILOCHE ALEX AROQUEDES	FECHA	DICIEMBRE 2020	UTM WGS84 17S	

Documento N° 04 – Elevación en 3D

Figura 29 – Vista General de la Planta de Tratamiento



Figura 30 – Vista principal tanque de captación y 4 bombas de impulsión



Figura 31 – Vista de Filtros de Veolia Water Technologies de la serie FIC-300 Y FIT-300 y Tanques F.C

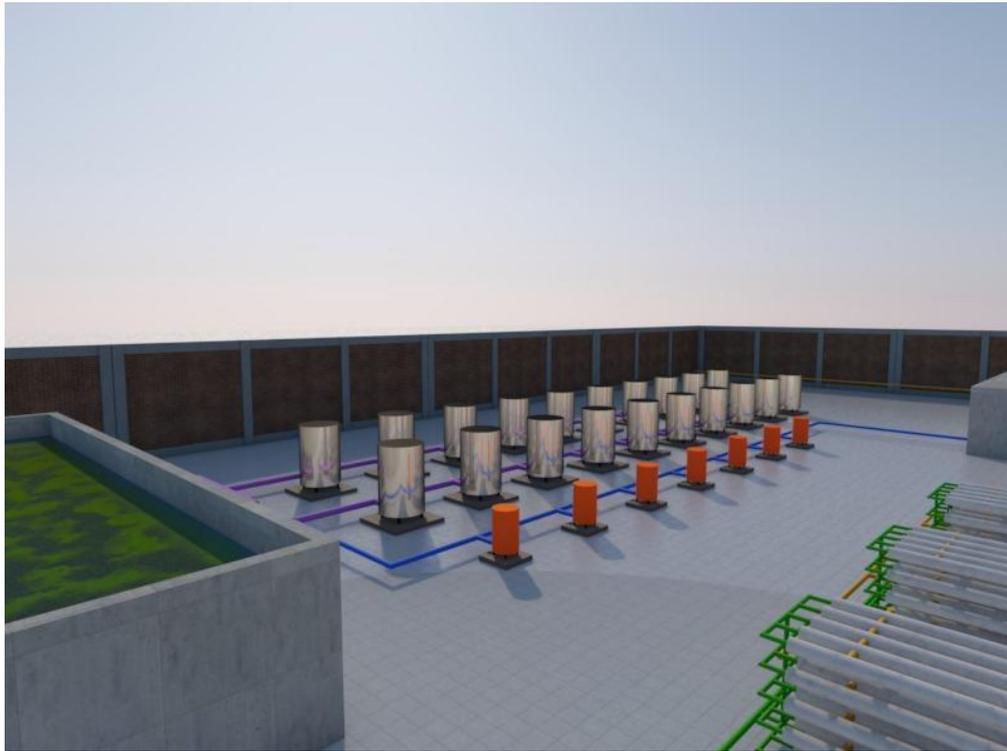


Figura 32 – Vista Tanque Intermedio, B. de Alta Presión, B. Booster e intercambiador de presión

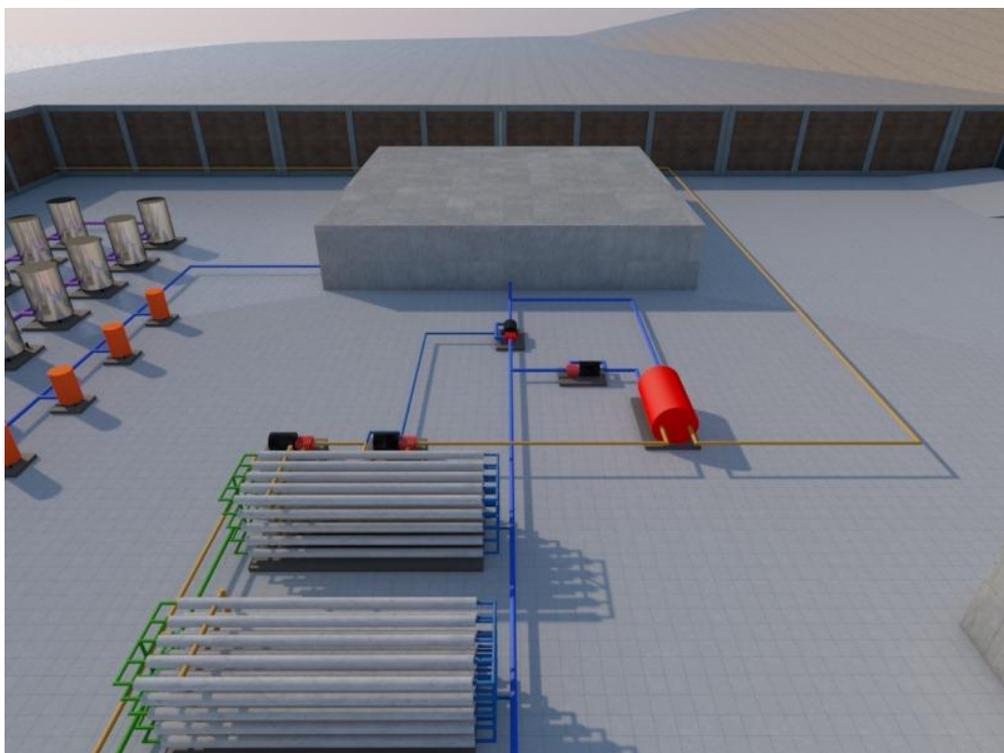


Figura 33 – Vista de las membranas de filtración (O.I), recuperador de energía y B. de salmuera

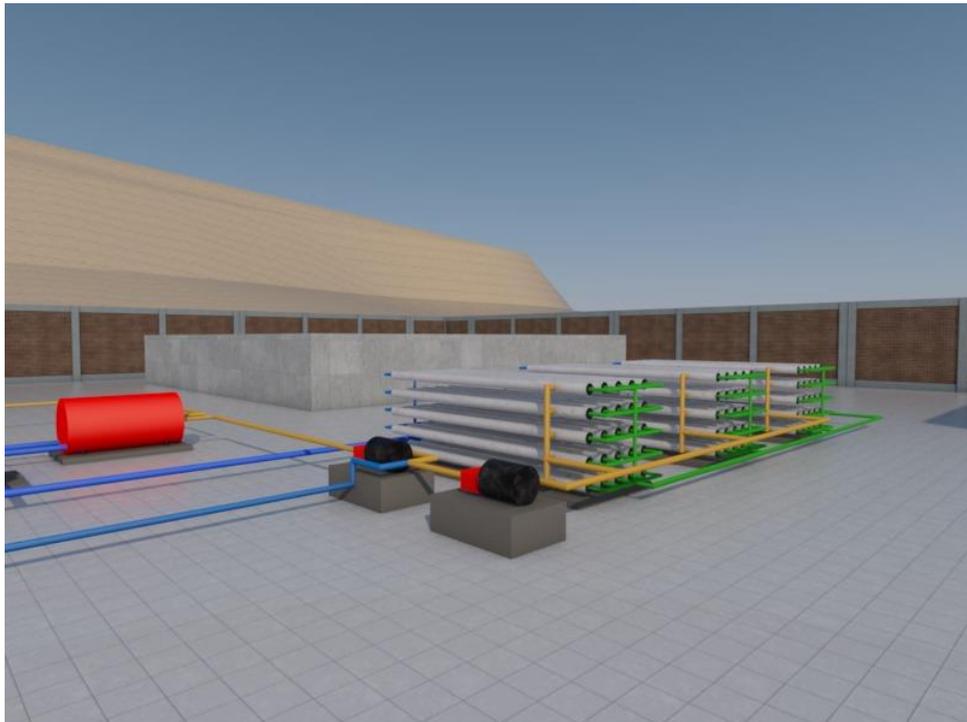
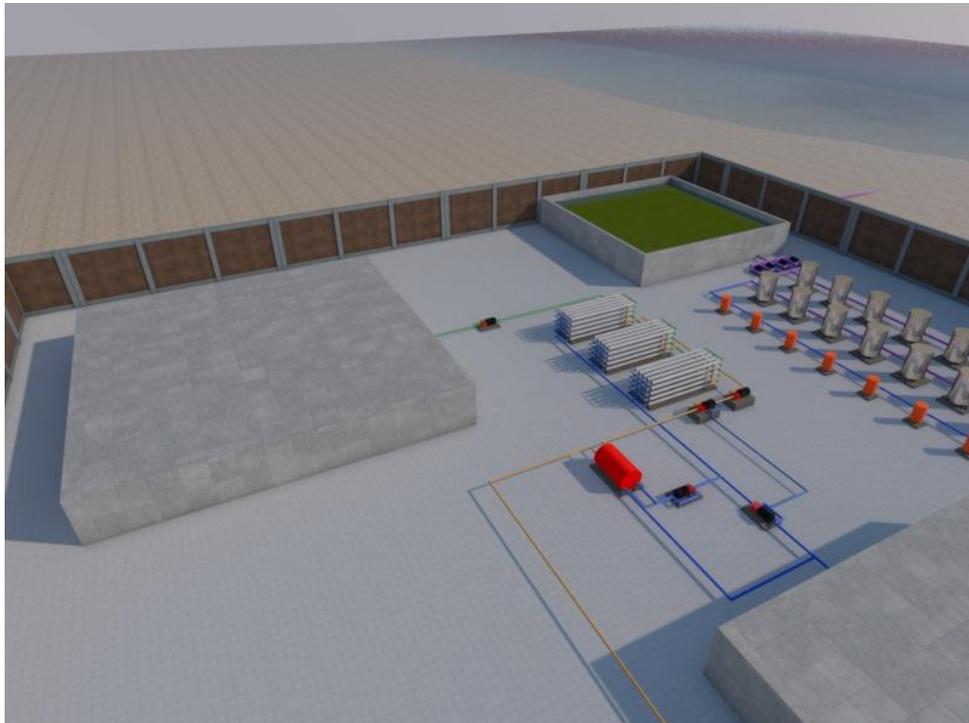


Figura 34 – Vista B. de permeado y Tanque de permeado



Documento N° 05 – Especificaciones técnicas

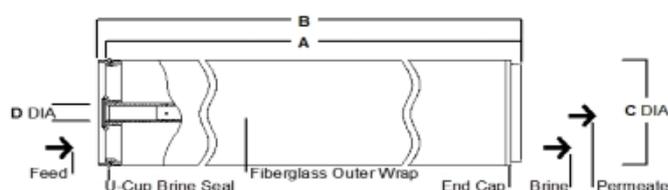
-Membranas de Filtración SW30HRLE-440i

Typical Properties

FilmTec™ Element	Active Area		Feed Spacer Thickness (mil)	Permeate Flowrate		Stabilized Boron Rejection (%)	Stabilized Salt Rejection (%)
	(ft ²)	(m ²)		(gpd)	(m ³ /d)		
SW30HRLE-440i	440	41	28	8,000	30.2	92	99.80

1. The above values are normalized to the following conditions: 32,000 ppm NaCl, 5 ppm boron, 800 psi (5.5 MPa), 77°F (25°C), pH 8, 8% recovery.
2. Permeate flows for individual elements may vary $\pm 15\%$.
3. Minimum Salt Rejection is 99.65%.
4. Stabilized salt rejection is generally achieved within 24 – 48 hours of continuous use, depending upon feedwater characteristics and operating conditions.
5. Product specifications may vary slightly as improvements are implemented.
6. Active area guaranteed $\pm 5\%$. Active area as stated by DuPont Water Solutions is not comparable to the nominal membrane area figure often stated by some element suppliers.

Element Dimensions



FilmTec™ Element	Dimensions – inches (mm)						1 inch = 25.4 mm	
	A		B		C		D	
	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)	(in)	(mm)
SW30HRLE-440i	40.0	1,016	40.5	1,029	7.9	201	1.125 ID	29 ID

1. Refer to [FilmTec™ Design Guidelines for multiple-element systems of 8-inch elements](#) (Form No. 45-D01695-en).
2. Element to fit nominal 8-inch (203-mm) I.D. pressure vessel.
3. Individual elements with ILEC™ Interlocking Endcaps measure 40.5 inches (1,029 mm) in length (B). The net length (A) of the elements when connected is 40.0 inches (1,016 mm).

Operating and Cleaning Limits

Maximum Operating Temperature ^{a, b}	113°F (45°C)
Maximum Operating Pressure ^b	1,200 psig (83 bar)
Maximum Element Pressure Drop	15 psig (1.0 bar)
pH Range	
Continuous Operation ^a	2 – 11
Short-term Cleaning (30 min) ^c	1 – 13
Maximum Feed Silt Density Index (SDI)	SDI 5
Free Chlorine Tolerance ^d	< 0.1 ppm

- a. Maximum temperature for continuous operation above pH 10 is 95°F (35°C).
- b. Consult your DuPont representative for advice on applications above 95°F (35°C). Refer to [FilmTec™ Elements Operating Limits](#) (Form No. 45-D00691) for warranty-voiding conditions and additional information.
- c. Refer to guidelines in [Cleaning Guidelines](#) (Form No. 45-D01696-en) for more information.
- d. Under certain conditions, the presence of free chlorine and other oxidizing agents will cause premature membrane failure. Since oxidation damage is not covered under warranty, DuPont Water Solutions recommends removing residual free chlorine by pretreatment prior to membrane exposure. Please refer to [Dechlorinating Feedwater](#) (Form No. 45-D01569-en) for more information.

-Tanques de filtración FIC y FIT

SERIE FIT PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Capacidades de producción desde 6,1 m³/h hasta 141,4 m³/h.
- Cuerpo del tanque construido en acero, protegido interior y exteriormente por una imprimación epoxi alimentaria.
- Válvulas automáticas de maniobra neumática de mariposa.



Datos Técnicos:

Parámetros de funcionamiento	Uds.	Serie		
		FMT	FPAT	FIT
Caudal de producción	m ³ /h	0,25 - 5,8	1,0 - 24,6	6,1 - 141,4
Superficie filtrante	m ²	0,05 - 0,29	0,21 - 1,23	1,23 - 7,07
Caudal de contralavado	m ³ /h	1,4 - 10,2	7,3 - 43,0	43 - 247,4
Caudal de aclarado	m ³ /h	1,0 - 5,8	4,2 - 24,6	24,5 - 141,4
Volumen agua lavado (aprox.)	m ³	0,15 - 0,97	0,7 - 5,5	7,0 - 40,1

SERIE FIC PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

- Capacidades de producción desde 18,4 m³/h hasta 106 m³/h.
- Tanque construido en acero protegido interior y exteriormente por una pintura epoxi alimentaria.
- Carbón activo granular de alta capacidad y baja pérdida de carga.
- Válvulas automáticas de maniobra de mariposa, para dirigir el agua por los diferentes circuitos necesarios para las operaciones de servicio y lavado.



Datos Técnicos:

Parámetros de funcionamiento	Uds.	Serie		
		FMC	FPAC	FIC
Caudal de producción	m ³ /h			
Caudal de aclarado	m ³ /h	1 - 4,4	3,1 - 18,4	18,4 - 106
Caudal de contralavado	m ³ /h			
Volumen agua lavado (aprox.)	m ³	0,12 - 0,52	0,37 - 2,8	3,4 - 19,4

-Cartuchos Harmsco Serie 801-5

Productos de Filtración Harmsco®

Filtros de Multi-Cartuchos – Barra de racimos

Especificaciones

Filtro/Media: Poliéster-Plus™	Ritmo de Flujo: 3-6 GPM
pH: 3-11	Longitud: 9 3/4", 10", 20", 29 1/2", 30 & 40"
Temperatura: Hasta 140°F para Estuches Sencillos/200°F para Temp. Alta	Dimensiones: 2 3/4" OD; 1 1/16" ID



Repuestos para Estuches HARMSCO® (Solamente)

Cartuchos Sencillos Regulares (9 3/4"L)				Temperatura Alta (HT)	
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta	# Modelo	# AMI Anterior
801-0.35	YFC801035	0.35	Marrón	No Hay Disponible	
801-1	YFC8011	1	Bronceada	801-1HT	YFC8011HT
801-5	YFC8015	5	Blanca	801-5HT	YFC8015HT
801-10	YFC80110	10	Roja	No Hay Disponible	
801-20	YFC80120	20	Azul	801-20HT	YFC80120HT
801-50	YFC80150	50	Amarilla	801-50HT	YFC80150HT
801-100	YFC801100	100	Verde	Ninguno Disponible	

Cartuchos Dobles (19 1/2"L)			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
921-0.35	YFC921035	0.35	Marrón
921-1	YFC9211	1	Bronceada
921-5	YFC9215	5	Blanca
921-10	YFC92110	10	Roja
921-20	YFC92120	20	Azul
921-50	YFC92150	50	Amarilla

Cartuchos Triples (29 1/2"L)			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
931-0.35	YFC931035	0.35	Marrón
931-1	YFC9311	1	Bronceada
931-5	YFC9315	5	Blanca
931-10	YFC93110	10	Roja
931-20	YFC93120	20	Azul
931-50	YFC93150	50	Amarilla

Repuestos para Estuches Estándar

Cartuchos de 10"			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
801-0.35/10	YFC80103510	0.35	Marrón
801-1/10	YFC801110	1	Bronceada
801-5/10	YFC801510	5	Blanca
801-20/10	YFC8012010	20	Azul
801-50/10	YFC8015010	50	Amarilla

Cartuchos de 20"			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
801-0.35/20	YFC80103520	0.35	Marrón
801-1/20	YFC801120	1	Bronceada
801-5/20	YFC801520	5	Blanca
801-20/20	YFC8012020	20	Azul
801-50/20	YFC8015020	50	Amarilla

Cartuchos de 30"			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
801-0.35/30	YFC80103530	0.35	Marrón
801-1/30	YFC801130	1	Bronceada
801-5/30	YFC801530	5	Blanca
801-20/30	YFC8012030	20	Azul
801-50/30	YFC8015030	50	Amarilla

Cartuchos de 40"			
# Modelo	# AMI Anterior	Mic. Nominal	Tapa de Punta
801-0.35/40	YFC80103540	0.35	Marrón
801-1/40	YFC801140	1	Bronceada
801-5/40	YFC801540	5	Blanca
801-20/40	YFC8012040	20	Azul
801-50/40	YFC8015040	50	Amarilla

-Bombas de impulsión

NCBKZ 4P 200 - 315



CARATTERISTICHE IDRAULICHE

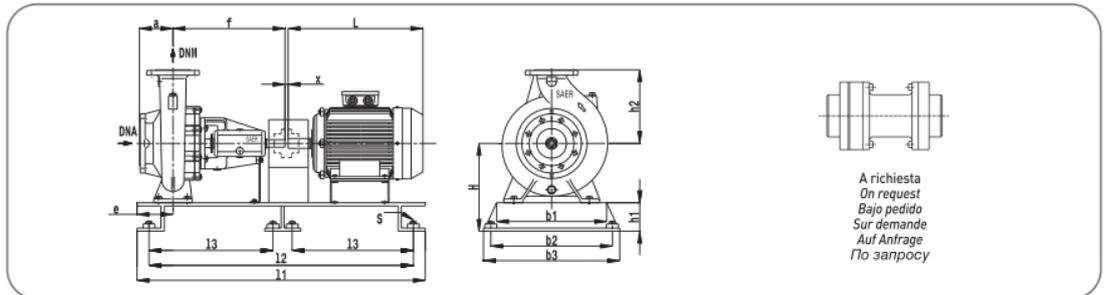
1450 1/min

HYDRAULIC FEATURES • CARACTERISTICAS HIDRAULICAS • CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES
HYDRAULISCHE EIGENSCHAFTEN • ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Tipo Type	P ₂		In (A) 400V	Is/In	Q	U.S.g.p.m.																	
	kW	HP				0	440	880	1100	1321	1761	1981	2200	2420	2640	2860	2900	3105	3302	3412	3522	3545	
NCBKZ4P 200-315C	37	50	72	6,7	H (m)	0	100	200	250	300	400	450	500	550	600	650	700	725	750	775	800	825	
NCBKZ4P 200-315B	45	60	87,2	7		0	1667	3333	4167	5000	6667	7500	8333	9166	10000	10833	11667	12085	12500	12915	13333	13752	
NCBKZ4P 200-315A	55	75	96,5	7,4		26,7	26,4	25,7	25,1	24,5	22,7	21,5	20,4	18,9	17,2	15	12,3	10,5					
						30,9	30,5	29,7	29,2	28,6	27	25,9	24,8	23,4	21,5	19,5	17	15,8	14,5	13			
						36,8	36,4	35,9	35,4	34,9	33,6	32,5	31,5	30	28,3	26	23,3	21,9	20,5	18,8	17	15	

Curve di prestazione pag. 69 • Performances Curves pag. 69 • Curvas de rendimiento pag. 69 • Courbes de performances pag. 69 • Leistungskurven pag. 69 • Кривые гидравлических характеристик, стр. 69

DIMENSIONI E PESI • DIMENSIONS AND WEIGHT • DIMENSIONES Y PESOS • DIMENSIONS ET POIDS • ABMESSUNGEN UND GEWICHTE • РАЗМЕРЫ И ВЕС



NCBKZ 4P 200 - 400

CARATTERISTICHE IDRAULICHE

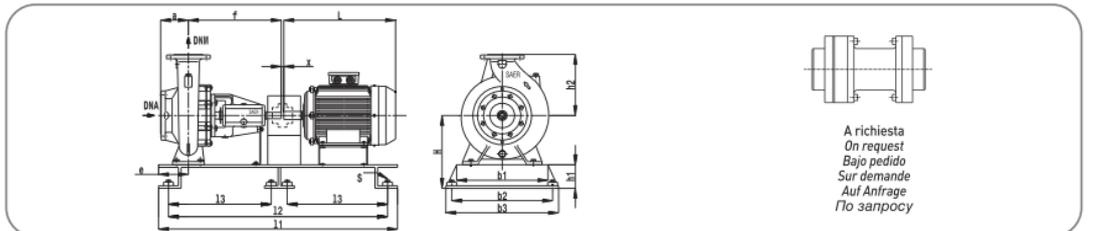
1450 1/min

HYDRAULIC FEATURES • CARACTERISTICAS HIDRAULICAS • CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES
HYDRAULISCHE EIGENSCHAFTEN • ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Tipo Type	P ₂		In (A) 400V	Is/In	Q	U.S.g.p.m.																	
	kW	HP				0	880	1321	1761	2200	2640	2900	3302	3522	3742	3963	4183	4402	4513	4623			
NCBKZ4P 200-400D	90	125	149,9	7,7	H (m)	0	200	300	400	500	600	700	750	800	850	900	950	1000	1025	1050			
NCBKZ4P 200-400C	110	150	186,7	7,8		0	3333	5000	6667	8333	10000	11667	12500	13333	14167	15000	15833	16667	17083	17500			
NCBKZ4P 200-400B	132	180	221,1	7,8		45,1	44,9	44	42,5	39,5	36	31,5	29	26,5	23,5	20	16,5						
NCBKZ4P 200-400A	160	220	267,4	7,9		51,5	51	50,5	49	46	43	39	37	34,5	31,8	29	25,5	22	20				
						56,5	56	55	53,7	51,5	49	45,5	43,5	41,5	39	36,5	33,5	30,5	28,5				
						63,5	63	62,8	61,5	60	58	55	53,5	51,5	49,5	47	44,5	41,5	40	38,5			

Curve di prestazione pag. 69 • Performances Curves pag. 69 • Curvas de rendimiento pag. 69 • Courbes de performances pag. 69 • Leistungskurven pag. 69 • Кривые гидравлических характеристик, стр. 69

DIMENSIONI E PESI • DIMENSIONS AND WEIGHT • DIMENSIONES Y PESOS • DIMENSIONS ET POIDS • ABMESSUNGEN UND GEWICHTE • РАЗМЕРЫ И ВЕС



NCBKZ 4P 250 - 315

CARATTERISTICHE IDRAULICHE

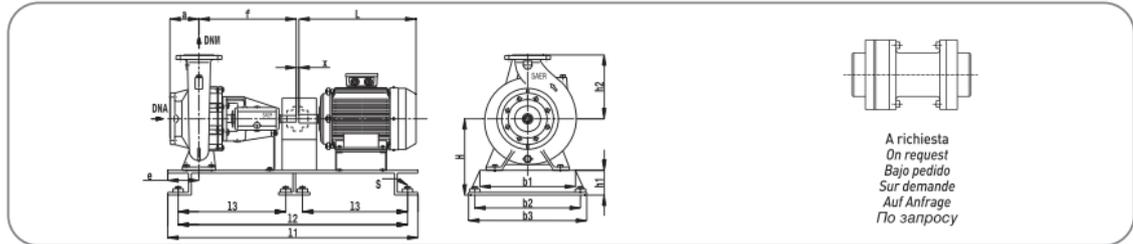
1450 1/min

HYDRAULIC FEATURES • CARACTERISTICAS HIDRAULICAS • CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES
HYDRAULISCHE EIGENSCHAFTEN • ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Tipo Type	P ₂		In (A)	Is/In	Q	U.S.g.p.m.												
	kW	HP				0	1761	2200	2640	2900	3522	3963	4402	4843	5283	5724	5944	
NCBKZ4P 250-315D	55	75	96,5	7,4	(m)	0	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1350	
NCBKZ4P 250-315C	75	100	125,5	8		23,5	22,1	21	19,8	18,4	16,8	15	13	11	8,5			
NCBKZ4P 250-315B	90	125	149,9	7,7		29	27	26,3	25,6	24,5	23,3	22	20	18	15,5	12		
NCBKZ4P 250-315A	110	150	186,7	7,8		34	32	31,5	31	30	29	27,5	26	24,3	21,5	18,5	16	
						37,5	35,4	34,6	33,9	33	32	31	29,5	28	25	21	17	

Curve di prestazione pag. 69 • Performances Curves pag. 69 • Curvas de rendimiento pag. 69 • Courbes de performances pag. 69 • Leistungskurven pag. 69 • Кривые гидравлических характеристик, стр. 69

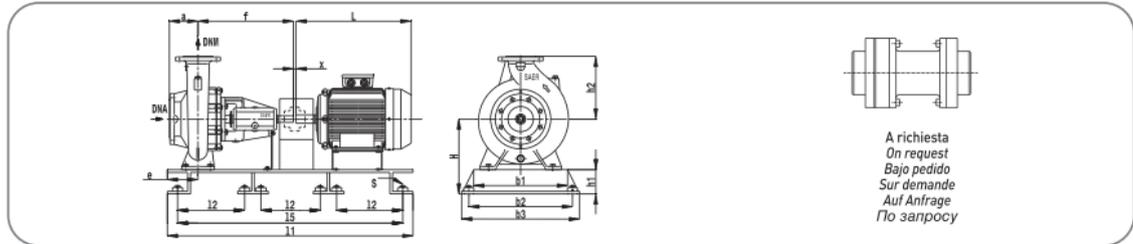
DIMENSIONI E PESI • DIMENSIONS AND WEIGHT • DIMENSIONES Y PESOS • DIMENSIONS ET POIDS • ABMESSUNGEN UND GEWICHTE • РАЗМЕРЫ И ВЕС



Tipo Type	P ₂		MEC	a	f	H	h1	h2	b3	b2	b1	S	e	l1	l2	l3	x	L	I	II	III	kg
	kW	HP		[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm]									
NCBKZ4P 250-315D	55	75	250M	225	630	600	200	560	900	820	710	M20	225	1860	1800	875	4	915	20	150	0	960
NCBKZ4P 250-315C	75	100	280S	225	630	600	200	560	900	820	710	M20	225	2000	1940	945	4	984	21	120	0	1200
NCBKZ4P 250-315B	90	125	280M	225	630	600	200	560	900	820	710	M20	225	2000	1940	945	4	1035	21	120	0	1245

I, Tipo basamento • Base type • Base tipo • Type de socle • Typ der Grundplatte • Тип рамы • II, Spessore per motore • Thickness for motor • Espesor para motor • Épaisseur pour le moteur • Dicke fuer den Motor • Толщина для двигателя - III, Spessore per pompa • Thickness for pump • Espesor para bomba • Dicke fuer die Pumpe • Толщина для насоса

DIMENSIONI E PESI • DIMENSIONS AND WEIGHT • DIMENSIONES Y PESOS • DIMENSIONS ET POIDS • ABMESSUNGEN UND GEWICHTE • РАЗМЕРЫ И ВЕС



Tipo Type	P ₂		MEC	a	f	H	h1	h2	b3	b2	b1	S	e	l1	l2	l3	x	L	I	II	III	kg
	kW	HP		[mm]		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]			[mm]	[mm]									
NCBKZ4P 250-315A	110	150	315S	225	630	620	220	560	950	870	760	M20	230	2090	640	2020	4	1190	22	85	0	1565

I, Tipo basamento • Base type • Base tipo • Type de socle • Typ der Grundplatte • Тип рамы • II, Spessore per motore • Thickness for motor • Espesor para motor • Épaisseur pour le moteur • Dicke fuer den Motor • Толщина для двигателя - III, Spessore per pompa • Thickness for pump • Espesor para bomba • Dicke fuer die Pumpe • Толщина для насоса

		DNA			FORI - HOLES		DNM			FORI - HOLES			
DN	PN	D [mm]	K [mm]	C [mm]	Ø [mm]	n°	DN	PN	D [mm]	K [mm]	C [mm]	Ø [mm]	n°
300	16	460	410	370	28	12	250	16	405	355	319	28	12

-Tubería PEAD - HDPE

Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD)

www.nicoll.com.uy

Nicoll



Las tuberías en PEAD NicollPol son fabricadas con materia prima de primera calidad. El PE 100 utilizado es un polietileno virgen de alta densidad de tercera generación.

Se fabrican con un estricto cumplimiento de la norma UNIT ISO 4427, dentro de nuestro sistema de gestión de calidad certificado según UNIT ISO 9001.

Las tuberías de PEAD están caracterizadas por el diámetro exterior y la relación dimensional estándar (SDR).

$$SDR = \frac{\text{Diámetro exterior del tubo}}{\text{Espesor de pared}}$$

Certificaciones

UNIT ISO 4427

Ventajas de las tuberías de polietileno

- Alto desempeño hidráulico debido a su bajo coeficiente de rugosidad.
- Larga vida útil y mantenimiento mínimo.
- Buena aislación.
- Resistencia a la corrosión y a la abrasión.
- Flexibilidad y ligereza.
- Resistencia al ataque químico.
- Sistema de unión homogéneo.
- No necesita sistema de anclajes.
- Tolerancia a condiciones de suelo pobres y movimiento del terreno.
- No se forman incrustaciones.

Principales aplicaciones

- Conducción de agua potable.
- Sistemas de riego
- Conducción de gas y transporte de sólidos.
- Protección de cables y refrigeración de líneas eléctricas.
- Drenaje.
- Emisarios submarinos.
- Rehabilitación de conducciones existentes.
- Instalaciones industriales

Material

El material se clasifica según el MRS (tensión mínima requerida). Así es que tenemos PE100 como material de última generación con un MRS de 10 MPa. La resina utilizada tiene las propiedades que figuran en la tabla.

Características	Unidad	Valor*	Método
Densidad a 23°C	kg/m ³	950	ISO 1183-2
Tiempo de inducción a la oxidación a 200°C	min	≥ 20	ISO 11357-6
Índice de fluidez en masa para PE100 (MFR 190/5)	g/10 min	0,2 - 1,4	ISO 1133
Alargamiento en la rotura, v = 100 mm/min	%	> 350	EN ISO 6259-1 e ISO 6259-3
Resistencia hidrostática a 20°C 100 hrs	MPa	σ = 12,4	ISO 1167-1, ISO 1167-2
Módulo de elasticidad	MPa	1100	ISO 527-2
Temperatura de ablandamiento Vicat	°C	127	ISO 306
Dureza Shore		65	ISO 868
Conductividad térmica	W/m.K	0,23	DIN 52612
Coefficiente de expansión lineal	mm/m.K	0,13 - 0,19	DIN 53752

*Valores típicos; los valores reales dependen del material exacto, de las dimensiones de la tubería, etc.

-Tubería RDE 9 PVC 1.1/2"

Portafolio de Producto

Donde:

- S: La tensión de trabajo del material
- P: La presión hidrostática permitida
- D: El diámetro exterior
- t: El espesor de la pared del tubo
- R: RDE, relación diámetro espesor

Basados en esta fórmula, PAVCO WAVIN S.A. produce tuberías de PVC RDE 9 , RDE 11, RDE 13.5, RDE 21, RDE 26, RDE 32.5 y RDE 41 para presiones de trabajo de 35.15, 28.12, 22.14, 14.06, 11.25, 8.79 y 7.03 kg/cm² respectivamente, y accesorios de PVC RDE 21 para 14.06 kg/cm² a 22°C.



Tuberías Presión PAVCO WAVIN

Diámetro Nominal	Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio
			mm	pulg.	mm	pulg.	
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 900 PSI							
38	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI							
26	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI							
21	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18
33	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI							
26	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63
33	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20
42	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14
48	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68
60	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58
73	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07
88	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42
114	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42
168	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22
RDE 26 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI							
60	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70
73	2900248	964	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45
88	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04
114	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52
168	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32
RDE 32.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI							
88	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42
114	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI							
114	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72

Para Tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Platino. La longitud normal de los tramos es de 6mt. La Tubería no debe roscarse.

Accesorios Presión PAVCO WAVIN



Shedule 40 PVC Tipo 1, Grado 1

Presión Nominal de Trabajo a 23°C			
pulg.	PSI	pulg.	PSI
1/2	600	2	280
3/4	480	2.1/2	300
1	450	3	260
1.1/4	370	4	220
1.1/2	330	6	180