

SERIE II TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

# MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES EN **SUELO SALINO**



Ministerio de  
Vivienda y  
Urbanismo

Gobierno de Chile

**CHILE  
AVANZA  
CONTIGO**



# **MANUAL DE RECOMENDACIONES PARA EDIFICACIONES EN SUELO SALINO**

VERSIÓN OFICIAL

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO

2025



**Colección:** Monografías y Ensayos

**Serie:** II Tecnología de la Construcción

**Título:** Manual de recomendaciones para edificaciones en suelo salino

**Autor:** Ministerio de Vivienda y Urbanismo - Minvu

**Editor:** División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional - Ditec, Minvu

**Publicación:** xxx

**Coordinación editorial y redacción:** Marcelo Soto Zenteno, Cristina Barria Fernández

**Coordinación Técnica:** Cristina Barria Fernández

**Elaboración Técnica:** RyV Ingenieros® (Ruz y Vukasovic Ingenieros®)

**Diseño y diagramación:** Marcelo Godoy Rioseco (Minvu)

**Desarrollado por:** Departamento de Tecnologías de la Construcción, Ditec, Minvu

**Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.**

**Santiago 2025**

**Licencia:**

 Se permite la reproducción total o parcial de esta obra, citando la respectiva fuente, siempre y cuando sea con fines investigativos o académicos y no se haga uso comercial



*Expresamos nuestro más sincero reconocimiento a Manuel Ruž  
(Q.E.P.D) cuya valiosa colaboración y conocimientos aportados  
fueron fundamentales para la elaboración de este manual.*

## **PRÓLOGO**

En relación con la experiencia obtenida por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo en el desarrollo de proyectos de edificación y urbanización en la zona norte del país, y atendiendo a la problemática existente relativa a la naturaleza de algunos suelos de dicha zona, asociada a la presencia de sales, la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional DITEC, busca establecer parámetros, en el área de la geotécnica, de soluciones y recomendaciones que permitan establecer condiciones especiales para el desarrollo de proyectos en las zonas ya descritas.

En virtud de los proyectos desarrollados por el MINVU a lo largo de todo el país, producto de las políticas habitacionales implementadas, se ha logrado identificar la presencia de sales solubles en los suelos, principalmente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, que afecta de diversa forma los proyectos de vivienda y urbanización que se desarrollan en dichas regiones.

En general, los potenciales riesgos observados se originan como consecuencia de los asentamientos generados en este tipo de suelos frente a la disolución de las sales, siendo algunos de estos: fractura y/o desconexión de fundaciones y muros, agrietamiento de vigas y cadenas, fractura de radieres y pavimentos, etc.

Este informe desarrolla una caracterización geotécnica de los suelos salinos ubicados en la zona norte del país e incluye 4 alternativas para prevenir daños en las viviendas. Estas se basan en tipologías de fundación, especificaciones y consideraciones de diseño para instalaciones de agua potable e instalaciones sanitarias y de obras de urbanización. Además, se adjunta una guía práctica para los revisores, proyectistas y evaluadores de terreno, respecto de las consideraciones más apropiadas para construir y evaluar la viabilidad de los proyectos en presencia de dichos suelos.

A continuación, se detallan las 4 alternativas de soluciones:

1. Fundaciones Profundas con Instalaciones Tradicionales
2. Fundaciones Superficiales con Impermeabilización Total e Instalaciones Tradicionales
3. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas e Interiores Protegidas
4. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas Impermeabilizadas e Interiores Protegidas.

# CONTENIDO

PRÓLOGO.....	7
PRESENTACIÓN.....	11
INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO .....	12
1. IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO .....	15
ALCANCES .....	15
1.1. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SALINOS .....	15
1.2. SITUACIÓN ZONA NORTE E IDENTIFICACIÓN DE CONJUNTOS HABITACIONALES.....	17
1.2.1. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA .....	18
1.2.2. REGIÓN DE TARAPACÁ.....	20
1.2.3. REGIÓN DE ANTOFAGASTA.....	21
1.3. OBSERVACIONES DE VISITAS A TERRENO.....	22
2. PROPUESTAS DE SOLUCIONES PARA PROYECTOS NUEVOS Y REPARACIONES DE DAÑOS..	25
ALCANCES .....	25
2.1. RECOMENDACIONES GENERALES.....	26
2.1.1. EXCAVACIONES.....	26
2.1.2. FUNDACIONES.....	26
2.1.3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PÚBLICAS .....	27
2.1.4. OBRAS EXTERIORES.....	28
2.2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS.....	29
2.3. PROYECTOS CON DAÑO .....	38
2.3.1. EVALUACIÓN Y PROSPECCIÓN .....	38
2.3.2. FUNDACIONES Y ESTRUCTURA.....	38
2.4. GUÍA PRÁCTICA PARA REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN TERRENOS	
SALINOS .....	43
2.4.1. EVALUACIÓN DE CAUSAS.....	43
2.4.1.1. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE INTERIOR .....	43
2.4.1.2. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EXTERIOR.....	43
2.4.1.3. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO INTERIOR.....	44
2.4.1.4. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXTERIOR.....	44
2.4.2. REPARACIONES .....	44
2.4.2.1. REPARACIÓN DE CAUSAS .....	44
2.4.2.2. REPARACIÓN DE DAÑOS.....	45
3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y COMPARACIÓN ALTERNATIVAS	
ALCANCES.....	47
3.1. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA A, FUNDACIÓN CON MICROPILOTES.....	47

3.1.1. EJEMPLO UTILIZADO PARA ANÁLISIS DE COSTOS.....	47
3.2. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA B, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON IMPERMEABILIZACIÓN DE ÁREA.....	53
3.3. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA C, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON REDES SANITARIAS INTERIORES Y PÚBLICAS PROTEGIDAS.....	54
3.4. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA D, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON REDES SANITARIAS INTERIORES PROTEGIDAS Y PÚBLICAS IMPERMEABILIZADAS CON HDPE.....	56
3.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS.....	57
CONCLUSIONES.....	58
ANEXO N°1: ESTUDIO DE CASOS: VISITAS A TERRENO .....	61
ANEXO N°2: CARTILLA CHECK LIST PARA REVISORES DE PROYECTOS NUEVOS .....	76
ANEXO N°3: CARTILLA CHECK LIST PARA LLAMADOS DE PROBLEMAS.....	78
ANEXO N°5: RECOMENDACIONES GENERALES PARA DISEÑO DE INSTALACIONES DOMICILIARIAS .....	79
ANEXO N°6: ANÁLISIS DE COSTOS DE REDES PROTEGIDAS.....	85

*El presente manual sirvió  
como base para la norma  
NCh3394 sobre “Suelo Salino  
instalaciones. Requisitos  
geotécnicos y de sanitarias  
para diseño y ejecución  
de obras”, del año 2016.*

## **PRESENTACIÓN**

Como Ministerio de Vivienda y Urbanismo estamos enfocados a generar innovación y mejores tecnologías que permitan la construcción de viviendas y espacios públicos con altos estándares, favoreciendo de esta forma a la creación de barrios más cohesionados y con un positivo impacto en la calidad de vida de las familias que los habitan. Nuestro objetivo es contribuir al desarrollo de ciudades socialmente más integradas, conectadas e inclusivas, siempre sobre la base de un respaldo técnico robusto y eficiente.

Sabemos la importancia de entregar un aporte al conocimiento de los profesionales y entidades del sector, en temáticas relevantes que nos ocupan y preocupan, siempre dando un enfoque que logre altos estándares en la calidad de la construcción.

En este contexto, a través de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, hemos desarrollado diversos estudios que abordan la problemática relativa a la naturaleza y variabilidad en la composición y resistencia de algunos tipos de suelos que están presentes a lo largo del país. Estos estarán a disposición para ser utilizados como materia de consulta, apoyo y complemento a la normativa vigente, favoreciendo de esta forma aunar criterios tanto en la edificación de proyectos habitacionales, como en obras urbanas.

Los invito a conocer cada uno de estos documentos, los que se centran desde aspectos que contemplan técnicas particulares del mejoramiento de sistemas, estructuras de contención y fundaciones profundas, hasta las recomendaciones para edificaciones emplazadas en suelos expansivos, licuables y orgánicos.

Estamos conscientes que aún queda mucho por hacer en torno a esta materia, pero estoy convencido que este tipo de estudios sin duda permitirán aportar con mejores soluciones y nuevos conocimientos a la variabilidad de los suelos, teniendo como propósito abordar los procesos constructivos con una mayor eficacia, lo que traducirá a la larga en una mejora significativa en el bienestar de las familias.

**Carlos Montes Cisternas**  
Ministro de Vivienda y Urbanismo

## **INTRODUCCIÓN Y CONTENIDO**

El objetivo de este trabajo es desarrollar una caracterización geotécnica de los suelos salinos ubicados en la zona norte del país, específicamente en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Además, por medio de un catastro y recopilación de antecedentes disponibles en las oficinas regionales correspondientes, realizar un diagnóstico de la situación.

La realización de este estudio es importante para tener un marco técnico-reglamentario que proporcione lineamientos que definan procedimientos esenciales para asentarse en este tipo de suelos, disminuyendo riesgos de posibles daños en las viviendas emplazadas en terrenos con altos porcentajes de sales.

En la actualidad, en la zona norte hay sectores con grandes daños, tanto en la vía pública como en la propiedad privada. En algunos casos las viviendas han quedado inhabitables.

El presente estudio busca definir soluciones constructivas por medio de alternativas asociadas a las partidas que en la actualidad están presentando daños, entre ellas; habilitación del terreno; fundaciones e instalaciones sanitarias; especificaciones y consideraciones de diseño; y materialidad en obras de urbanización, entendiendo como tal pavimentación, agua potable e instalaciones sanitarias.

En el segundo capítulo se entregan antecedentes teóricos del problema y se busca desarrollar una propuesta que permita establecer estándares mínimos de construcción asociados a nuevos proyectos inmobiliarios e intervención en proyectos existentes, dispuestos en suelos con alto porcentaje de sales solubles.

Finalmente, en el tercer capítulo se genera una evaluación comparativa de costos de acuerdo con alternativas presentadas en el capítulo anterior, donde se indican de manera referencial los incrementos en los costos y las partidas de fundaciones de un proyecto habitacional tipo versus un proyecto tradicional, cuando corresponda. Se indicará en forma detallada la magnitud y origen de los costos adicionales en que se incurre cuando se presentan proyectos ubicados en suelos con contenidos de sales solubles a través del análisis de las alternativas de Pilotes Profundos, Impermeabilización de Área Total e Instalaciones Protegidas.



# CAPÍTULO 1

# IDENTIFICACIÓN

# Y DIAGNÓSTICO

*El presente manual sirvió como base para la norma NCh3394 sobre "Suelo Salino instalaciones. Requisitos geotécnicos y de sanitarias para diseño y ejecución de obras", del año 2016.*

# 1. IDENTIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO

## ALCANCES

En el presente capítulo se detalla la caracterización de suelos salinos y el efecto que pueden causar en las estructuras edificadas sobre ellos. Además, se detalla información adquirida por medio de catastro y recopilación de antecedentes, lo cual va a permitir desarrollar un diagnóstico preliminar. En el anexo N°1, se adjunta el registro fotográfico de las visitas a terreno.

### 1.1. CARACTERIZACIÓN DE SUELOS SALINOS

Existen diversos estudios sobre los suelos salinos, sus propiedades y efectos de su disolución. En esta materia realizaron un trabajo muy importante Skorin (1971), Tamblay (1983) y Olguín (2006), quienes a través de análisis de costras salinas permitieron incorporar el parámetro de salinidad de los suelos en la ingeniería aplicada.

Se llama salinidad al porcentaje en peso de las sales solubles en agua con respecto al peso inicial de los sólidos totales (sólidos insolubles), (Tamblay, 1983, p. 21).

El aumento de la salinidad en los suelos significa que los sólidos solubles amplían su volumen con relación a los huecos, llegando un punto donde las partículas pierden el contacto entre sí, separados por la cristalización de las sales. A partir de ese momento las sales solubles comienzan a desplazar los granos del suelo, separándolos entre ellos, pasando a construir el principal material del suelo. Si la cantidad de sales de un suelo supera su salinidad crítica, se constituye en un material de apoyo de alto riesgo para cualquier superestructura a causa de una posible disolución de sus sales y el consecuente asentamiento en las fundaciones. (Tamblay, 1983, p. 21).

Para determinar el valor de la salinidad, existen variados métodos. En todos ellos debe existir un proceso de lavado o lixiviación de las sales solubles de modo de cuantificar los pesos de la muestra pre y post lavado. De esta forma, el suelo salino puede ser lavado utilizando papeles filtro de reducida permeabilidad de manera de retirar únicamente las sales disueltas en agua, reteniendo todo el material insoluble para su posterior pesado. (Olguín, 2006, p. 75). Empíricamente, para determinar el porcentaje de salinidad de un suelo, se puede utilizar la metodología descrita por Olguín para realizar su trabajo, la que se basó en las normas NCh 1444/ of. 80 y LNV 8-84.

Guillermo Tamblay Pinto, 1983, desarrolla la siguiente teoría de asentamiento por disolución de sales:

$$\xi_{total} = \xi_{dis} (1 + \xi_{vib})$$

$$\xi_{vib} = \left( \frac{0.213}{S} \right) \quad \xi_{vib} = \left( \frac{0.213}{S} \right)$$

Donde:

$\xi_{dis}$  = Deformación Unitaria por disolución de sales

$\xi_{vib}$  = Deformación relativa al efecto de las vibraciones después de la disolución de sales al quedar la estructura del suelo con mayor índice de huecos.

S = Salinidad del suelo.

Desarrollando esta teoría para diferentes espesores de estrato salino y tomando porcentajes de sales solubles de 3% y 5% para cada estrato, los asentamientos esperados se muestran en la tabla siguiente.

De la tabla se puede observar que con una concentración de 5% de sales en un espesor de 4m, el asentamiento llega a 1 pulgada, valor normalmente aceptado.

Espesor Estrato (mínimo) [m]	Sales solubles [%]	Edis	Evib	Etotal	Asentamiento total esperado (cm)
0,5	3	0,00042	7,100	0,003	0,169
0,5	5	0,00123	4,260	0,006	0,324
2	3	0,00042	7,100	0,003	0,678
2	5	0,00123	4,260	0,006	1,298
4	3	0,00042	7,100	0,003	1,355
4	5	0,00123	4,260	0,006	2,595
6	3	0,00042	7,100	0,003	2,033
6	5	0,00123	4,260	0,006	3,893

← Tabla 1:  
Asentamiento esperado según espesores de estrato soluble.

Además de esta teoría de los asentamientos, Tamblay prueba que el contenido de sales solubles afecta a la corrosión de las armaduras de las estructuras a una mayor velocidad de corrosión, cuando este porcentaje es mayor al 6%.

Por lo tanto, del estudio de estos trabajos, se deduce que a partir de un 5% de contenido de sales en un suelo, es necesario su tratamiento como suelo salino, dado a los asentamientos que la disolución de dichas sales podría producir y al efecto que estas sales tienen sobre otras estructuras, como la corrosión de armaduras (Tamblay, 1973).

## **1.2. SITUACIÓN ZONA NORTE E IDENTIFICACIÓN DE CONJUNTOS HABITACIONALES**

En las áreas urbanas de los nuevos desarrollos inmobiliarios de las ciudades de Arica, Antofagasta y Alto Hospicio, el terreno natural presenta grandes concentraciones de sales solubles en agua. Esto no es un impedimento para el desarrollo de la ciudad, en la medida que se tomen las precauciones para prevenir daños, tal como se explicará en los capítulos siguientes.

De las oficinas regionales de las comunas afectadas se recibe la siguiente información:

1. Arica:

- Plano de ubicación de proyectos
- Plano detallado de la ciudad con localización de daños, clasificándolos de acuerdo con su gravedad.
- Información de certificados de cantidad de sales solubles totales de una gran cantidad de proyectos de la región, lo que permite calificar el riesgo en que se encuentra la obra respecto a filtraciones de agua en el subsuelo.

2. Antofagasta:

- No se cuenta con información específica de sectores afectados. Se trabaja en base a visitas a terreno.

3. Tarapacá

- No se cuenta con información específica de sectores afectados. Se trabaja en base a visitas a terreno.

Mediante las visitas a terreno detalladas en el anexo N°1 se pueden detectar las situaciones descritas a continuación en los puntos 1.2.1, 1.2.2 y 1.2.3:

### **1.2.1. REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA**

A la fecha de este estudio, en la ciudad de Arica, los problemas están radicados en la zona alta, salvo el conjunto GUAÑACAGUA.

Con base en la información existente sobre el contenido de sales solubles del suelo donde se emplazan los proyectos SERVIU en las áreas potencialmente riesgosas, es posible concluir lo siguiente:

#### **Proyectos con contenido de sales solubles totales inferior a 5%:**

Riesgo potencialmente bajo de disolución de sales

- Putre
- Marcela Paz - Soñando por una casa
- Sueño de los Areneros (algunos ensayos presentan valores levemente superiores al límite aceptable)
- Los Miradores (algunos ensayos presentan valores levemente superiores al límite aceptable)

#### **Proyectos con contenido de sales solubles totales mayor a 5%:**

Riesgo potencial alto de disolución de sales.

- Pampa Nueva
- Viña Primavera
- El Alto
- El Pedregal
- Héroes del Morro
- Guañacagua
- Chinchorro Oriente
- Capitán Ávalos
- Azapa

**Imagen 1:** →

Asentamientos en pavimentos, Sector Industriales 4.



**Imagen 2:** →

Asentamientos en pavimentos, Sector Industriales 4.



**Imagen 3:** →

Grieta en muro esquina, Sector Tucapel 7.



## 1.2.2. REGIÓN DE TARAPACÁ

La comuna de Alto Hospicio es el sector más afectado por este problema, presenta bolsones con gran contenido de sales distribuidos en forma aleatoria, tal es así, que en las excavaciones se puede observar un costrón de sal en una de sus caras y en la opuesta no existe.

Para construir en Alto Hospicio al igual que en toda zona con presencia de sales solubles, se deben tomar precauciones especiales y seguir estrictos protocolos de calidad de construcción.

Se desprende, por tanto, que la zona de Alto Hospicio presenta un contenido de sales superior al 5%.



← **Imagen 4:**  
Socavón bajo vivienda, Alto Hospicio.



← **Imagen 5:**  
Asentamiento, Alto Hospicio.

### 1.2.3. REGIÓN DE ANTOFAGASTA

En Antofagasta, los casos de viviendas afectadas por suelos salinos se localizan en los sectores altos, donde se encuentran las mayores concentraciones de sales en el suelo, específicamente en las poblaciones visitadas.

En abril del 2013 se efectuó una visita a la ciudad de Antofagasta para ver en detalle las propiedades afectadas.

En la visita se constataron los problemas en: Población Corvallis y alrededores (Calle Benjamín Franklin).

Imagen 6: →

Grieta muro, sector población Corvallis.



Imagen 7: →

Asentamiento en pavimento, sector población Corvallis.



### **1.3. OBSERVACIONES DE VISITAS A TERRENO**

De acuerdo con indicaciones regionales y a la experiencia del consultor, las ciudades más afectadas por la presencia de suelos salinos son las ciudades de Arica, Antofagasta y Alto Hospicio.

En las visitas a terreno realizadas a la zona afectada se constataron daños en la vía pública, tanto en calzadas como aceras, en donde se presentan fuertes ondulaciones. En algunos casos hay asentamientos e incluso socavones.

En la propiedad privada se observan daños estructurales producto de asentamientos y socavones, incluyendo radieres interiores.

La causa de los daños en la vía pública se debe a fugas en cámaras y colectores de alcantarillado observadas a simple vista y en algunos casos por roturas de matriz de agua potables, lo cual también se puede observar a simple vista.

La causa más común de los daños en la propiedad privada es por fugas en la primera cámara de alcantarillado, y en algunos casos por fugas en arranque de agua potable, lo cual se observa por ascenso de agua por capilaridad.

En caso de evento sísmico muchas viviendas pueden verse afectadas por colapso de estructuras apoyadas en socavones o recompactación de arenas con altos índices de huecos.



## CAPÍTULO 2

# PROPUESTAS DE SOLUCIONES PARA PROYECTOS NUEVOS Y REPARACIONES DE DAÑOS

## **2. PROPUESTAS DE SOLUCIONES PARA PROYECTOS NUEVOS Y REPARACIONES DE DAÑOS**

### **ALCANCES**

En este capítulo se detallan las recomendaciones y especificaciones técnicas tipo, para edificaciones emplazadas en sectores de suelos salinos, cuyo contenido de sales sea mayor a 5%.

El principal objetivo en estos proyectos es evitar el contacto del agua con los suelos salinos. Este problema es conocido por los habitantes de la zona norte del país, por lo tanto, las filtraciones no son producto del riego de jardines o infiltración directa por causa humana, sino que ocurre principalmente por filtraciones de agua de los sistemas de agua potable y alcantarillado, tanto de las redes públicas, como domiciliarias.

Por lo tanto, el problema a tratar consiste principalmente en modificar los sistemas de agua potable y sanitarios evitando filtraciones al suelo, fundando con pilotes profundos o fundaciones superficiales en la medida que se haya impermeabilizado la totalidad del suelo superficial.

A continuación, se presentan recomendaciones generales para las siguientes partidas: excavaciones, fundaciones, instalaciones públicas de agua potable y alcantarillado, e instalaciones interiores de agua potable y alcantarillado. Se consideran soluciones para proyectos nuevos y para proyectos existentes.

Las recomendaciones específicas para cada alternativa propuesta con sus respectivas combinaciones y en secuencia cronológica, son:

- A. Fundaciones Profundas con Instalaciones Tradicionales.
- B. Fundaciones Superficiales con Impermeabilización Total e Instalaciones Tradicionales.
- C. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas e Interiores Protegidas.
- D. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas Impermeabilizadas e Interiores Protegidas.

Finalmente, este capítulo contiene una guía práctica para evaluación de proyectos en terrenos salinos, el cual contiene una serie de recomendaciones de cómo proceder en caso de fuga o filtración. Este es un procedimiento que debe ser realizado por un profesional competente.

## **2.1. RECOMENDACIONES GENERALES**

Para construcción de viviendas asentadas en suelos salinos se deberá realizar un estudio de mecánica de suelo a cargo de un profesional competente. Se recomienda realizar un sondaje de aire reverso que permitirá determinar el espesor del estrato salino a traspasar y la longitud del bulbo que viene a continuación del suelo salino. Se debe realizar un sondaje cada 500m<sup>2</sup> de planta de proyecto. Este sondaje permite rescatar el suelo en estudio en forma de polvo para poder analizarlo en laboratorio, determinar su contenido de sales y permeabilidad y así determinar donde se alcanza el suelo inerte. No es posible hacer un sondaje geotécnico tradicional, ya que no se debe incorporar agua.

### **2.1.1. EXCAVACIONES.**

Los suelos salinos suelen ser muy duros y estar constituidos por costrones de este tipo de suelos, por lo que deben ser excavados con maquinaria pesada, martinete e incluso explosivos, hasta nivel de sello de excavación necesario para alojar fundaciones y rellenos correspondientes según proyecto. Sin embargo, hay suelos salinos con un contenido de sales superior a 5% e inferior a 20% que no alcanzan a formar cristales y son relativamente blandos, como el caso de arenas con sales en sus huecos.

Los taludes de las excavaciones provisorias, hasta el nivel de sello de fundación podrán realizarse en forma vertical, siempre y cuando no superen los 1.20 m de profundidad. En caso de excavaciones más profundas, las excavaciones hasta el nivel del sello de fundación deberán tener un talud 3:1(V:H) dejando al menos 1.00 m de berma libre entre el borde del talud y los medianeros. En caso de fugas de agua, cortar el suministro de agua potable del sector y pedir asesoría inmediata a un profesional competente, para adoptar las medidas de seguridad que correspondan.

NOTA: Taludes permanentes pertenecientes a obras civiles, deberán ser protegidos de infiltraciones por lo que se deberá evitar trazado de tuberías a los pies y en la corona del talud. Cámaras de alcantarillado deberán estar alejadas como mínimo 5.0m de la corona o pies del talud.

### **2.1.2. FUNDACIONES**

Todas las fundaciones superficiales de las estructuras que se funden en estrato salino deben quedar aisladas de los cloruros y sulfatos presentes en estos tipos de suelo.

Para separar las estructuras de dichos suelos se deberán utilizar 4 láminas de polietileno simple traslapado. Este es un procedimiento común en la zona norte y de muy bajo costo.

Otra alternativa es implementar fundaciones profundas, ya sean pilotes o micropilotes (ver punto 2.2 alternativa A), que entregan mayor seguridad estructural que las fundaciones superficiales, ya que ellos se fundan en un estrato 100% competente a una profundidad mayor que un estrato salino.

### **2.1.3. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PÚBLICAS**

Debido a que la principal causa de los daños en viviendas asentadas en suelos salinos son las fugas en instalaciones de agua potable y alcantarillado, públicas e interiores, es indispensable incorporar mecanismos de adaptación en esta partida.

Estas recomendaciones son válidas tanto para proyectos nuevos como para reparación de proyectos existentes, para el caso de proyectos existentes con daño, se recomienda rehacer según punto C.

Deben exigirse soluciones que aseguren la correcta instalación de los artefactos y en lo posible permitan el registro de sus descargas, de tal manera de advertir oportunamente eventuales infiltraciones al terreno.

Si una estructura existente presenta daños como consecuencia de filtraciones en sus redes de agua potable o alcantarillado, estas se deben rehacer según estas indicaciones.

Se debe evitar todo tipo de filtraciones que puedan ocurrir en las instalaciones de agua potable y alcantarillado de las redes públicas y domiciliarias. Para esto se plantean diversas recomendaciones en cuanto a materiales, uniones, trazados e instalación de redes (ver punto 2.2 alternativa C y D).

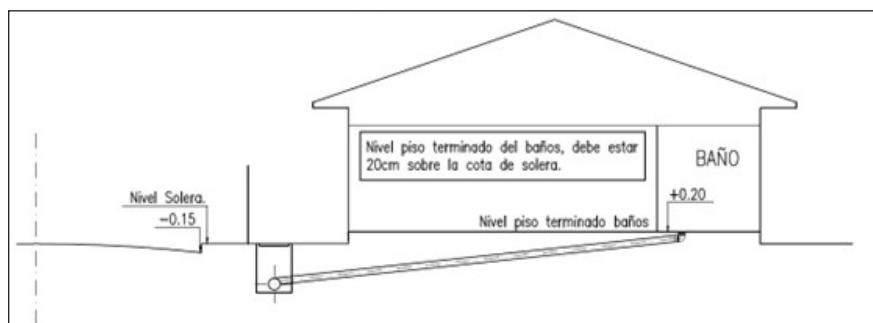
Todos los materiales utilizados en las instalaciones de agua potable deben asegurar su total estanqueidad y deben tener la elasticidad suficiente para evitar el desprendimiento de sus uniones y/o su rotura en caso de asentamientos diferenciales, por lo que deben restringir sus junturas a aquellos sistemas con uniones soldadas por termofusión o electrofusión.

En alcantarillado sólo se aceptarán soluciones de desagüe gravitacionales, con sus correspondientes servidumbres de paso si corresponda, establecidas de acuerdo con la legislación vigente.

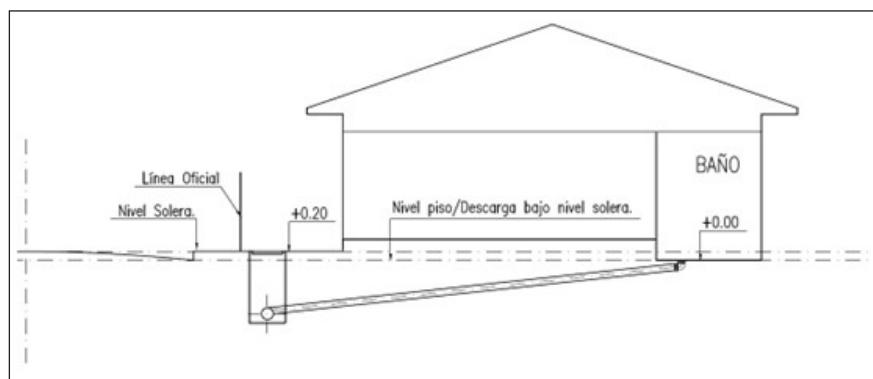
No se deben proyectar al interior de las viviendas bocas de admisión de artefactos o tapas de cámara u otro tipo de desagües bajo la cota de solera.

Se recomienda diseñar las redes sanitarias públicas en materiales flexibles como HDPE y donde todas sus uniones sean electrofusionadas o termofusionadas.

La unión domiciliaria debe ser bajo nivel de cota de solera como muestra el siguiente esquema.



← **Esquema 1:**  
Unión domiciliaria sobre cota de solera.



← **Esquema 2:**  
Unión domiciliaria bajo cota de solera.

## 2.1.4. OBRAS EXTERIORES

### I. Pavimentos

#### Proyectos nuevos

Se debe separar la carpeta de asfalto u hormigón de la acción de los sulfatos y sales. Una alternativa es utilizar una base de estabilizado inerte, para evitar que se produzcan asentamientos causados por socavones bajo la carpeta estructural. Si este estabilizado es de las características y espesor que indica el proyecto estructural, no se requiere de capas o materiales adicionales ni aislaciones laterales.

Se deben evitar filtraciones de redes públicas bajo pavimentos. Es por ello que para la instalación y materiales de estas redes se deben seguir

las recomendaciones detalladas en punto 2.2 , alternativa C y D.

### **Obras con daño**

Los pavimentos que presenten roturas y/o asentamientos producto de la disolución de suelos salinos, se deben demoler completamente y rehacer para protegerlos y aislarlos. En forma previa se deben rehacer las instalaciones según las recomendaciones de este documento

Las redes públicas que atraviesen estos pavimentos deben rehacerse según lo indicado en este informe, con materiales elásticos y flexibles como HDPE, uniones termofusionadas o electrofusionadas y cámaras estancas, tanto públicas como domiciliarias, para evitar filtraciones (ver punto 2.2 alternativa C y D).

## **2.2. ALTERNATIVAS PROPUESTAS**

### **A. Fundaciones Profundas con Instalaciones Tradicionales**

- Pilotes Profundos
- Instalaciones Tradicionales Públicas e Interiores

Las fundaciones profundas, sean pilotes o micropilotes, entregan mayor seguridad estructural que las fundaciones superficiales en suelos salinos, ya que ellos se fundan en un estrato 100% competente a una profundidad mayor que el estrato salino.

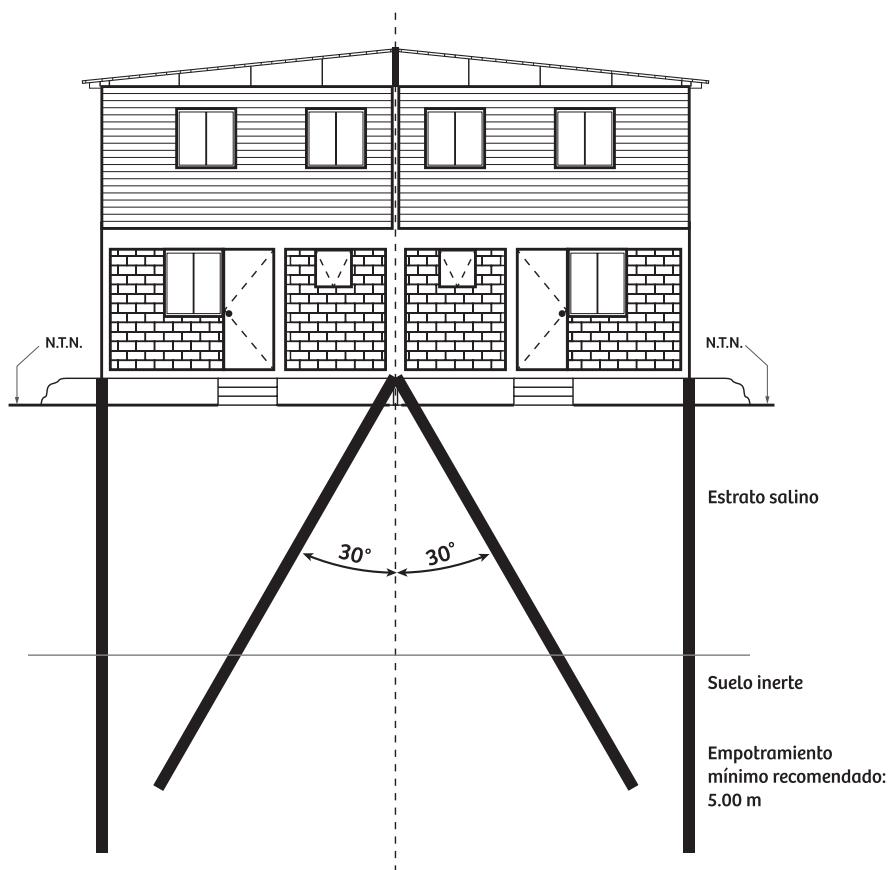
Esta alternativa consiste en fundar la estructura sobre micropilotes que penetren en estrato inerte. Dependiendo el tipo de suelo se debe penetrar lo necesario para asegurar estabilidad de la estructura. A modo de recomendación, y previa evaluación y cálculo del profesional competente, se debe penetrar 5.0m en estrato inerte.

Para determinar la longitud exacta de los micropilotes se debe realizar un sondaje de aire reverso que permitirá determinar el espesor del estrato salino a traspasar y la longitud del bulbo que viene a continuación del suelo salino. Se debe realizar un sondaje cada 500m<sup>2</sup> de planta de proyecto. Este sondaje permite rescatar el suelo en estudio en forma de polvo para poder analizarlo en laboratorio, determinar su contenido de sales y permeabilidad y así determinar donde se alcanza el suelo inerte. No es posible hacer un sondaje geotécnico tradicional, ya que no se debe incorporar agua.

Para el diseño se deben considerar pilotes perimetrales e internos, los internos deben ser dobles e inclinados según proyecto de cálculo, con una inclinación mínima de 30%, pudiendo aplicarse dicha recomendación de igual forma para los pilotes perimetrales (ver esquema N<sup>a</sup>3).

El área del pilote, que quede en contacto con el suelo salino, deberá quedar protegida por medio de un encamisado correspondiente a una cañería de 4" de acero, el cual debe contar con protección anticorrosiva, acorde al ataque de los sulfatos, esta protección podrá ser modificada siempre que cuente con la aprobación respectiva.

Esta alternativa permite mantener instalaciones tradicionales sin modificaciones.



← Esquema 3:  
Distribución pilotes profundos en módulo estructural en casas.

## B. Fundaciones Superficiales con Impermeabilización Total e Instalaciones Tradicionales

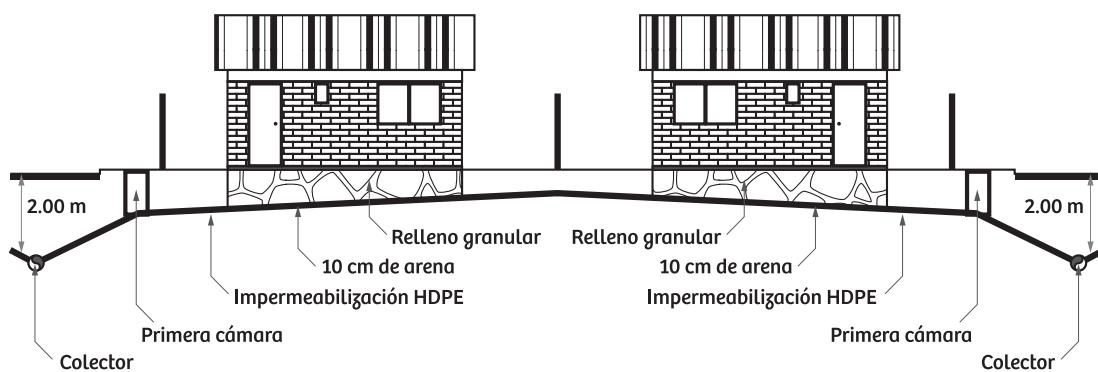
- Área total Impermeabilizada con HDPE
- Instalaciones Tradicionales Públicas e Interiores

Una medida efectiva para la edificación en suelos salinos es la de impermeabilizar áreas completas de proyectos inmobiliarios, de modo que todas las instalaciones sanitarias queden sobre la impermeabilización, y se pueden realizar de forma tradicional.

Para la impermeabilización se debe colocar una lámina de polietileno de alta densidad HDPE, sobre ésta lamina se coloca una capa de arena fina de 10 cm, para luego depositar el relleno de material granular compactado. (Ver esquema N°4).

Esquema 4: →  
Impermeabilización total de área.

### ESQUEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN

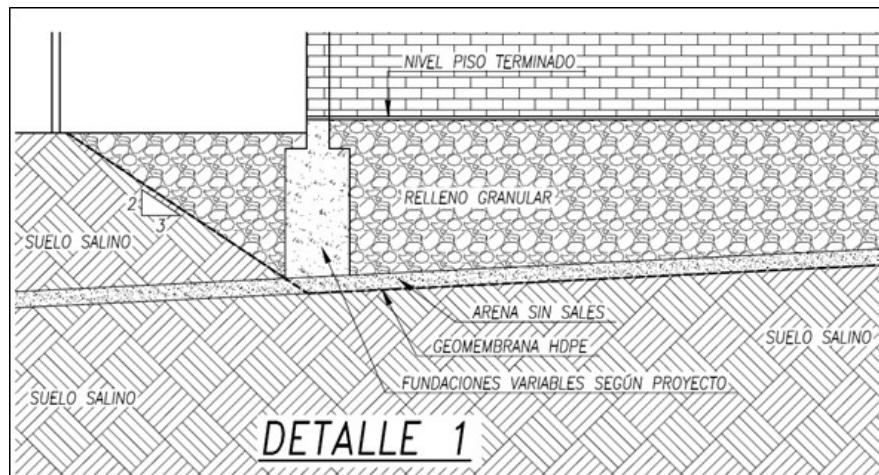


Su desarrollo consiste en que, una vez realizadas las excavaciones para el apoyo del relleno granular, se deberá realizar una limpieza total de elementos que puedan producir punzonamiento, para posteriormente colocar una capa de arena fina limpia compactada de 10 cm. de espesor. En seguida se deberá instalar la geomembrana HDPE de color negro de 1.0 mm de espesor, que impermeabiliza la superficie a fin de evitar el ingreso de agua al suelo de fundación. Sobre este, colocar el relleno de arena compactada.

Posteriormente se debe realizar un relleno masivo de material granular para alcanzar el NPT del proyecto, y su respectiva compactación. Dicho material deberá estar compuesto por gravas o arenas de granulometrías

aprobadas previamente por el profesional competente. Para alojar las fundaciones, se debe reexcavar este relleno masivo hasta el nivel de sello de fundaciones determinado por el proyecto de cálculo (ver esquema N°5).

Esta alternativa permite fundar de modo tradicional y a su vez permite implementar instalaciones tradicionales.



← Esquema 5:  
Detalle Impermeabilización del terreno.

Todas las uniones de la geomembrana entre paños se realizarán mediante termofusión de dos líneas por juntura.

Otra alternativa a la impermeabilización total del área del proyecto es realizar impermeabilización igual a la descrita en los puntos anteriores, pero solamente bajo la estructura, realizando dicha impermeabilización con sobre ancho y en el caso que las instalaciones queden fuera de dicho sobre ancho, se deberán aplicar las recomendaciones contenidas en punto 2.2 alternativa C y D.

## C. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas e Interiores Protegidas

- Instalaciones Públicas para Alcantarillado y Agua Potable
  - » Cámaras prefabricadas
  - » Cañerías en HDPE
- Instalaciones interiores para alcantarillado
  - » PVC con media caña de HDPE o canaleta de hormigón

- Instalaciones interiores para agua potable
  - » Cobre (desde el MAP) trazado por sobre radier y posterior trazado aéreo

El siguiente diseño muestra la factibilidad de construir instalaciones sanitarias en diferentes tipos de viviendas evitando la posibilidad de que se produzcan fugas tanto en alcantarillado como en agua potable.

Para ello se deben construir instalaciones totalmente estancas y en caso de que se rompa el estancamiento, con medidas de seguridad que permitan evacuar las filtraciones y evitar su contacto con el suelo.

En este ítem se desagregan recomendaciones para instalaciones públicas, e interiores, y a su vez cada una de ellas en instalaciones para sistema de agua potable y para sistema de alcantarillado.

Para proteger las fundaciones, éstas se deben impermeabilizar con 4 láminas de polietileno simple traslapado en la interfaz entre el suelo y la fundación.

## I. Instalaciones Públicas Protegidas

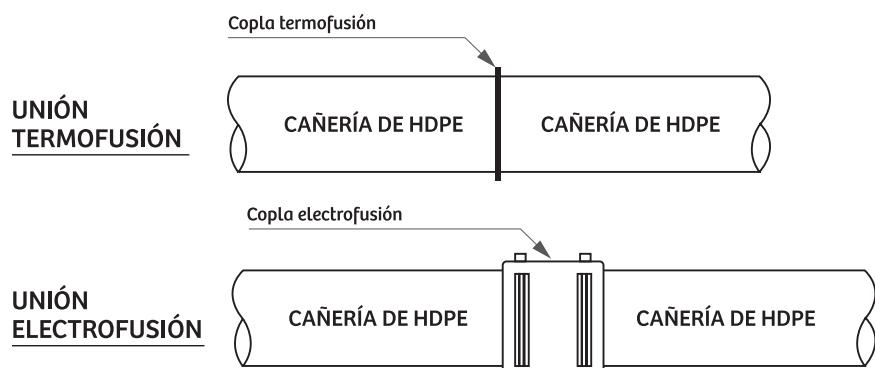
### Agua potable

Se recomienda diseñar las redes sanitarias públicas en materiales flexibles como HDPE y donde todas sus uniones sean electrofusionadas o termofusionadas.

**a. Arranques de agua potable en viviendas y edificios:** El arranque de agua potable debe ser de HDPE PN 10 con collar de HDPE soldado con electrofusión o termofusión.

**b. Matrices de agua potable:** Todas las matrices que se instalen en tierras salinas, deben ser de material HDPE PN 10 y soldadas con electrofusión.

Esquema 6: →  
Detalle uniones en HDPE.



**Alcantarillado**

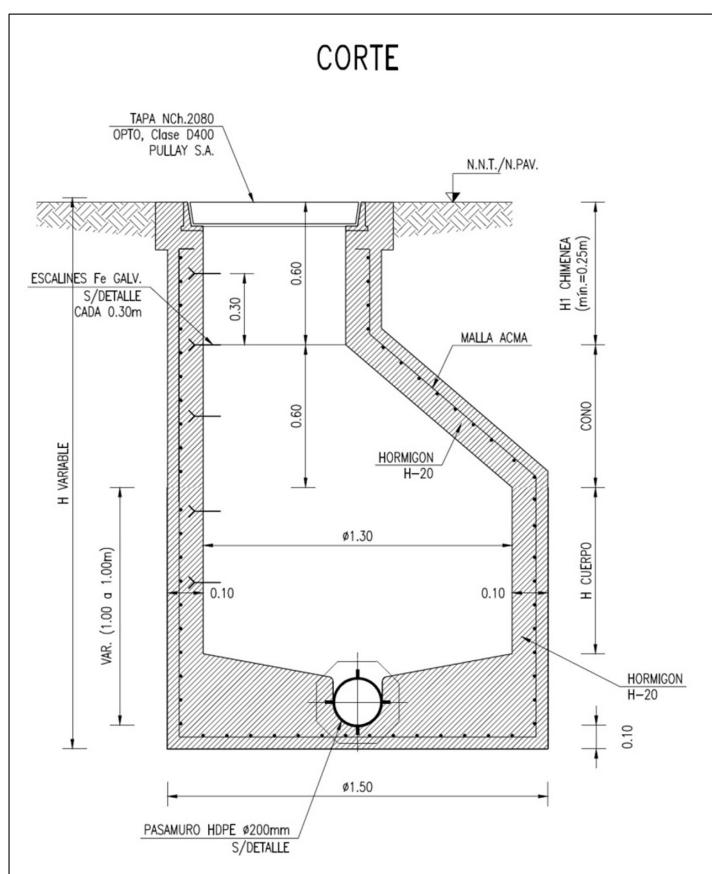
## Cámaras:

Las cámaras públicas, tipo "A" o "B", deben ser prefabricadas en hormigón armado, como mínimo con una malla acma c-188. En dichas cámaras se deben incorporar pasamuros especialmente diseñados para garantizar la estanqueidad, en materiales de HDPE.

Se debe prefabricar la parte inferior de las cámaras de alcantarillado (banqueta), los pasamuros y un cuerpo de 50 cm, dejando ganchos de acero para izarla con ayuda de una retroexcavadora. Al posicionar en terreno, se debe asentar esto en una capa de estabilizado de 20cm.

Estas piezas se unen a lo construido en terreno, por medio de un sello butilínico y finalmente se impermeabiliza la cámara con Igol denso o similar.

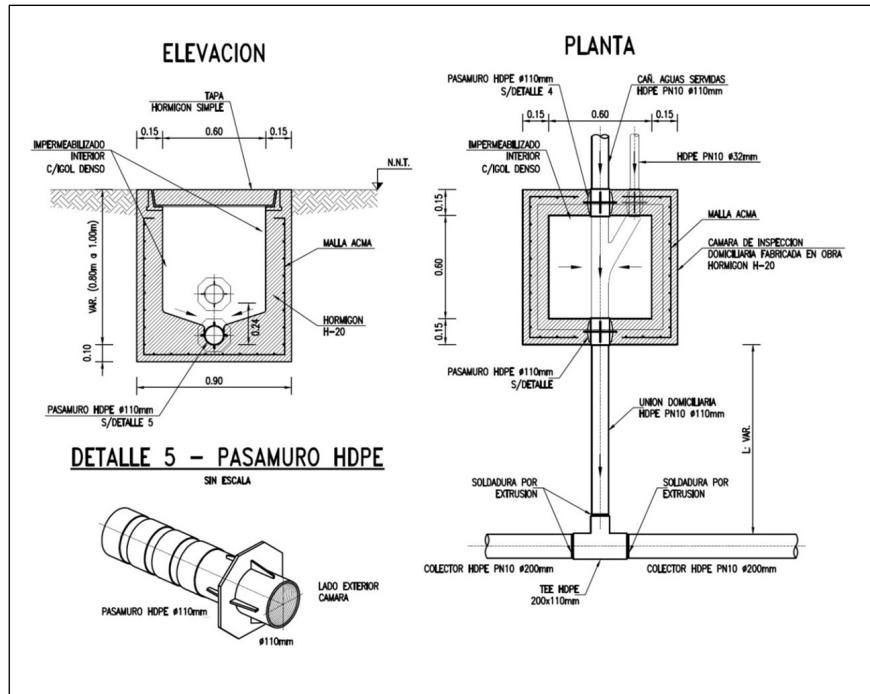
Se deben usar cañerías de HDPE PN10. Esta cañería se debe soldar por electrofusión o termofusión con los pasamuros que están instalados en la cámara construida.



← Esquema 7:

**Esquema 8:** →

Detalle cámara y pasamuro.



Las uniones de tuberías con las cámaras de inspección deben ejecutarse con pasamuros de HDPE provistos por el fabricante de la tubería y unidos mediante termofusión para evitar filtraciones y asentamientos en la zona de empalme de las tuberías de entrada o salida de la cámara. Se debe incorporar sistema de uniones en T de HDPE, para la unión domiciliaria que se construya junto con el colector público y no permitir sistema de conexiones artesanales.

**NOTA:** Se debe probar las redes públicas y primera cámara de alcantarillado con al menos 5,0m de columna de agua. Todas las pruebas deben ser certificadas por organismos externos reconocidos por la Superintendencia de Servicios Sanitarios.

No se aceptarán colectores de alcantarillado de hormigón simple.

#### Unión domiciliaria:

La cañería de HDPE PN10, que une la Cámara de Inspección N° 1 con el colector de alcantarillado (U.D.), se debe unir en ambos extremos con soldadura de electrofusión o termofusión. La cañería que viene desde el edificio o vivienda hasta la Cámara de Inspección N° 1 siempre debe ser en HDPE PN10.

### **Colectores de alcantarillado:**

Todos los colectores que se instalen en tierras salinas deben ser de material HDPE PN10 y soldadas con electrofusión o termofusión en los pasamuros de las cámaras.

## **II. Instalaciones Interiores Protegidas**

### **Agua potable**

#### **Agua potable en interior de viviendas y edificios:**

Antes de llegar al medidor de agua potable, la cañería cambia de HDPE a cobre, ingresa a la vivienda en cobre e inmediatamente todo el trazado debe ser por sobre el nivel de radier de modo aéreo.

### **Alcantarillado**

#### **Cámaras domiciliarias:**

Al igual que las cámaras públicas, las domiciliarias también deben ser prefabricadas y con las mismas características técnicas de las cámaras públicas. En lo posible, deben ser cuadradas y con paredes de 0,10 mt de grosor con malla acma c-188.

**NOTA:** En ambos casos se debe tratar de que los cuerpos prefabricados tengan un peso máximo de 150 kilos.

#### **Instalaciones interiores:**

En el interior de casas o en los primeros pisos de edificios se instalará el alcantarillado en cañería de PVC, pero esta instalación debe ir completamente montada sobre medianas cañas de HDPE PN10 de 300 mm para cañería de 110 mm y de 160 mm para cañerías de 75,50 o 40 mm.

La media caña debe ser rellenada con arena, dejando la cañería de PVC montada sobre unos 0.5 cm de arena, con la misma pendiente del colector.

**NOTA:** Las canaletas de HDPE pueden ser sustituidas por canaletas de hormigón impermeabilizado y llenados con arena.

#### **D. Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas Impermeabilizadas e Interiores Protegidas.**

- Instalaciones públicas para alcantarillado y agua potable
  - » Impermeabilizado de zanjas y cámaras con HDPE
- Instalaciones interiores para alcantarillado
  - » PVC con media caña de HDPE o canaleta de hormigón
- Instalaciones interiores para agua potable
  - » Cobre (desde el MAP) trazado por sobre radier y posterior trazado aéreo

Este diseño mantiene las mismas recomendaciones de la alternativa C para instalaciones interiores (ver alternativa C, punto II)

Las instalaciones se deben construir totalmente estancas y en caso de que se rompa el estancamiento, se debe contar con medidas de seguridad que permitan evacuar las filtraciones y evitar su contacto con el suelo.

En este ítem se desagregan recomendaciones para instalaciones públicas, e interiores, y a su vez cada una de ellas en instalaciones para sistema de agua potable y para sistema de alcantarillado

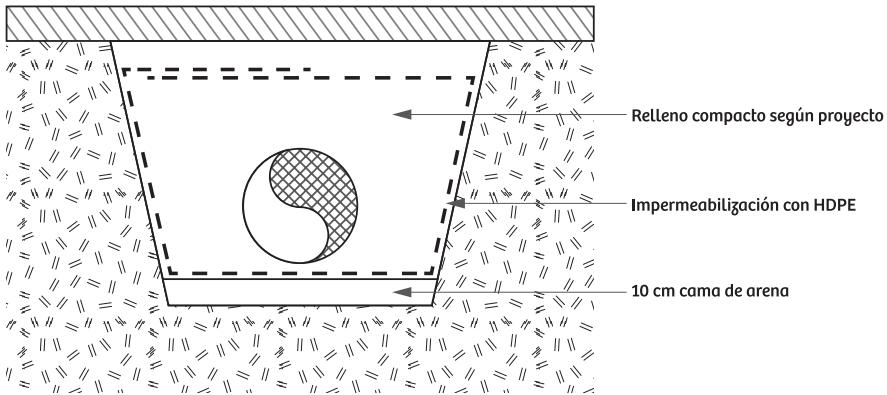
Para proteger las fundaciones, estas se deben impermeabilizar con 4 láminas de polietileno simple traslapado en la interfaz entre el suelo y la fundación.

#### **I. Instalaciones Públicas impermeabilizadas**

##### **Agua potable y Alcantarillado**

Este sistema consiste en impermeabilizar las zanjas y cámaras para luego disponer del trazado tradicional para las instalaciones. La impermeabilización se realiza por medio de láminas de HDPE y ductos de HDPE, según corresponda.

Para la impermeabilización de zanjas y cámaras se debe disponer sobre 10 cm de arena de granulometría previamente aceptada por un profesional competente (ver esquema N°9).



← **Esquema 9:**  
Detalle impermeabilización de zanja.

## 2.3. PROYECTOS CON DAÑO

En esta sección se detalla cómo deben ser abordados y reparados los daños en proyectos afectados por la problemática de los suelos salinos.

### 2.3.1. EVALUACIÓN Y PROSPECCIÓN.

En estos casos existe la alternativa de reparar o de demoler y reconstruir. La conveniencia de adoptar una solución versus la otra es de orden económico o de la influencia de otros factores como por ejemplo de la viabilidad del proyecto de reparación, voluntad del propietario, porcentaje de daño estructural de la vivienda, etc.

Dada la tecnología y materiales actuales, existen en el mercado variadas posibilidades de reparar la estructura dañada, lo debe ser evaluado por un profesional competente. Como complemento para la evaluación estructural de los daños que presentan las estructuras, se detallan recomendaciones en el punto 2.3.2.2 del presente documento.

### 2.3.2. FUNDACIONES Y ESTRUCTURA

#### Socavones sin compromiso de estructura

Para observar si existen daños o grandes socavones en las fundaciones se deben realizar calicatas hasta el nivel de sello de fundación a un costado de las fundaciones de la vivienda y llenar los socavones en caso de que aparezcan. Para el caso de casas pareadas, se deberán realizar estas calicatas dentro de una de las viviendas para observar las fundaciones interiores.

Si el problema es reciente y solamente se han producido socavones y estos no han alcanzado a producir daños estructurales en las fundaciones de la vivienda, se debe realizar el siguiente procedimiento:

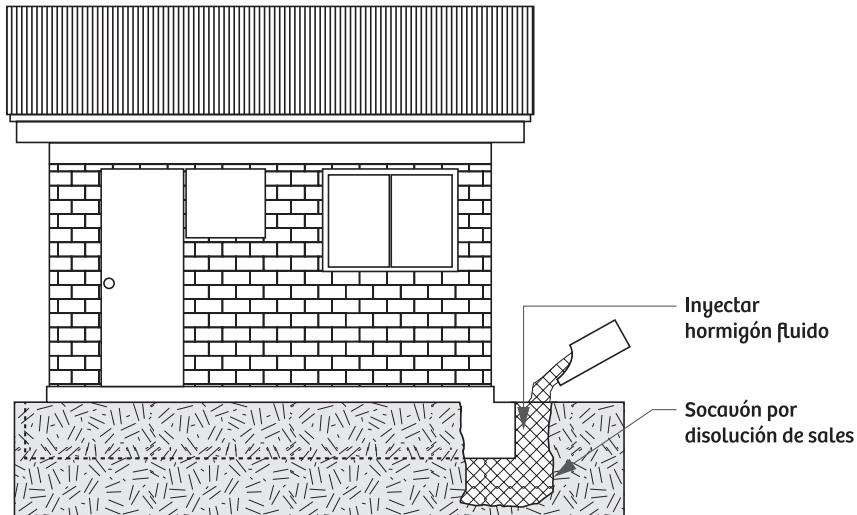
- Se deben perforar los radieres con testigos de 6cm de diámetro o menos, donde se sospeche que existen socavones
- Luego llenar con hormigón fluido según indicaciones de un profesional competente.

Se recomienda que, ante la presencia de los primeros daños, independiente de su magnitud, se realice la rectificación del sistema de instalaciones sanitarias según recomendaciones del presente documento (Ver alternativas C y D en punto 2.2)

Si la estructura continúa presentando inestabilidad, a pesar de haber llenado los socavones con hormigón pobre, se debe evaluar como daño de gran magnitud para seleccionar la alternativa de reparación o reconstrucción que corresponda.

**Esquema 10:** →

Detalle relleno socavón con hormigón fluido.



## Pilas de fundación

Si la estructura presenta asentamientos producto de la disolución de sales, y/o dichos asentamientos causan un daño estructural en la vivienda producto de la inestabilidad del terreno, se pueden reparar las fundaciones mediante la confección de pilas bajo la vivienda y posterior levante mediante gatas en atención a la siguiente información:

Gatear la casa bajo fundaciones para recuperar el nivel de la vivienda, fundar a mayor profundidad buscando un estrato inerte e inalterado. El nivel de sello finalmente será verificado en terreno por un profesional competente.

### **Secuencia constructiva de pilas:**

En primer lugar, se deberán demoler los radieres, excavar bajo fundaciones y luego construir las pilas de hormigón hasta cierto nivel bajo la fundación (aproximadamente 50 cm). La secuencia constructiva de las pilas se realiza construyendo en tres etapas según serie 1,2,3 a objeto de no provocar una inestabilidad de la estructura. Una vez construida la pila de hormigón se instalará la gata hidráulica para nivelar la estructura. Posterior a la nivelación se instalará el apoyo consistente en 3 fierros de 32mm de diámetro y se llenará con hormigón con aditivo expansor del tipo Intraplast o técnicamente similar.

En cada una de estas etapas se debe colocar el refuerzo de apoyo de fundación antes de empezar la siguiente etapa de pilas.

La nivelación debe ser de forma tal que se suban en el mismo porcentaje todas las gatas para no quebrar la estructura.

**Ejemplo:** Si una de las gatas debe elevar 19 cm no se puede subir en una sola etapa, la altura de elevación debe ser 1 cm cada vez. Una vez que se ha construido el refuerzo definitivo bajo la fundación existente, se podrán colocar los apoyos de 3 fierros de 32 mm de diámetro indicados en los esquemas, sacar las gatas hidráulicas y ejecutar la segunda etapa de hormigonado las pilas (ver esquemas N<sup>a</sup> 11, 12, 13 y 14)

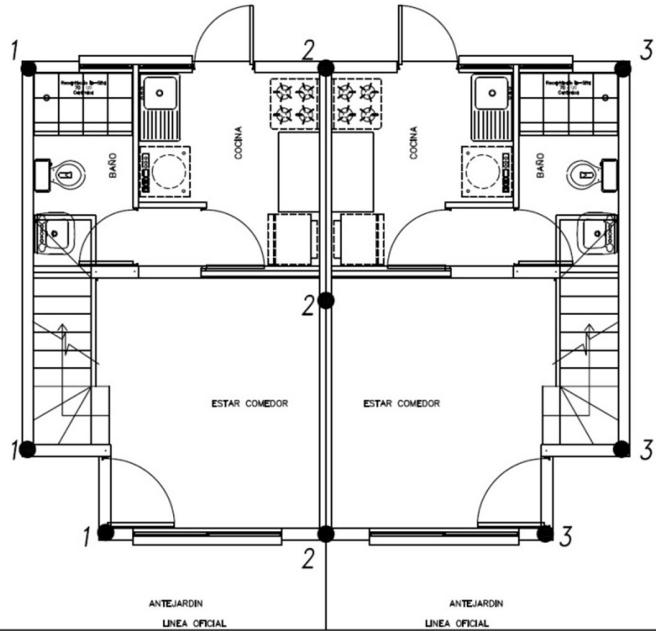
Cada una de las secuencias constructivas debe ser APROBADAS por un profesional competente.

**Esquema 11:** →

Esquema ubicación de pilotes.

**ESQUEMA GATEO DE CASAS**

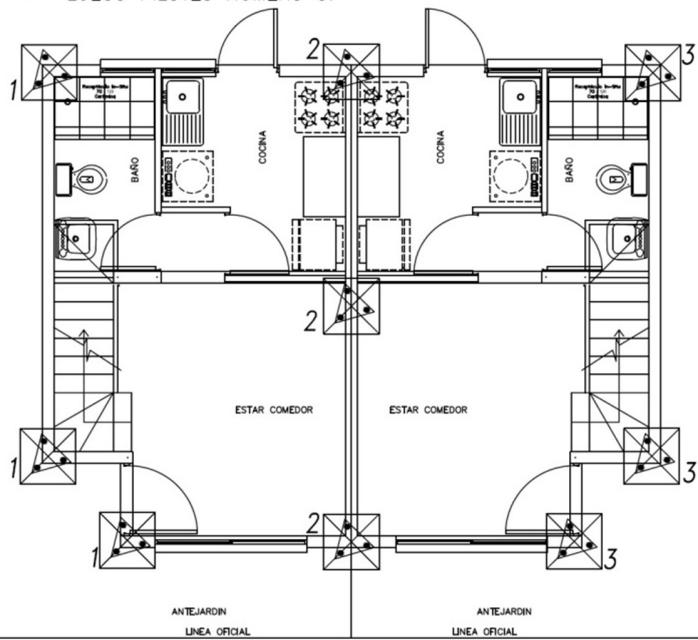
- DEFINIR UBICACIÓN DE PILOTES, ENUMERAR Y DEMOLER RADIER.

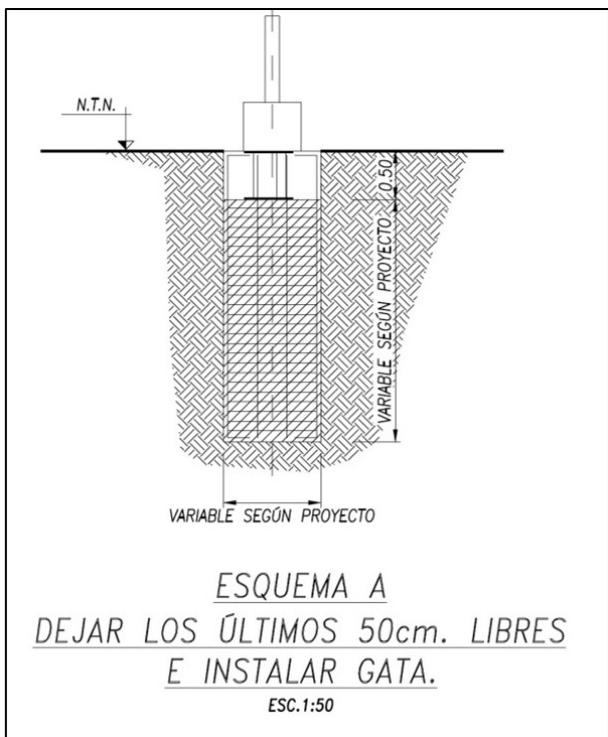


**Esquema 12:** →

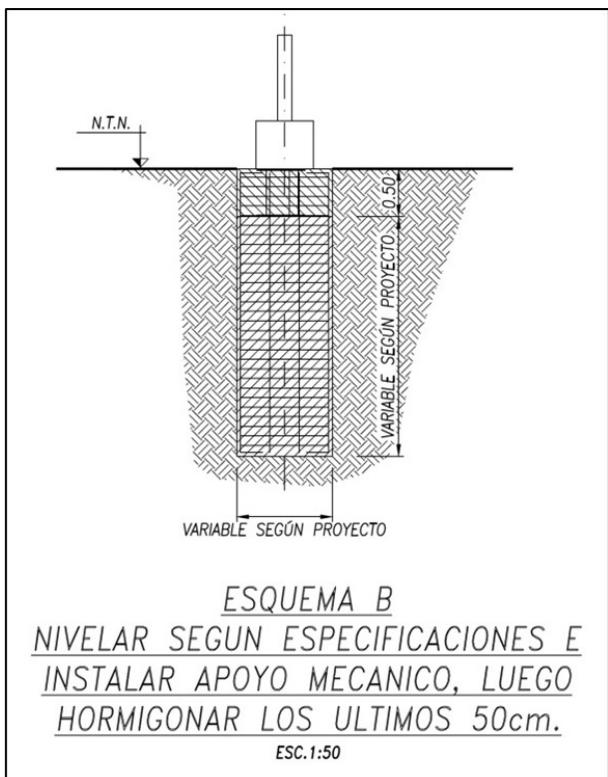
Esquema secuencia de pilas.

- EXCAVAR PILOTES NUMERO 1, ARMAR Y HORMIGONAR HASTA 50cm. BAJO SELLO FUNDACIÓN EXISTENTE., VER ESQUEMAS DE PILOTES A Y B.
- LUEGO EJECUTAR PILOTES NUMERO 2.
- LUEGO PILOTES NUMERO 3.





← Esquema 13:  
Esquema acabado de pila.



← Esquema 14:  
Esquema acabado de pila.

Junto con realizar las pilas, con el objeto de refundar la casa en estrato inerte, se deben realizar las reparaciones estructurales que indique el profesional competente, reconstruir las instalaciones sanitarias con las consideraciones de protección (Ver alternativas C y D en punto 2.2) y reconstruir los radieres como también los tabiques afectados.

## **2.4. GUÍA PRÁCTICA PARA REVISIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN TERRENOS SALINOS**

### **2.4.1. EVALUACIÓN DE CAUSAS**

Se debe detectar el origen de la filtración que está produciendo los daños, evaluando si esta filtración ocurre dentro de la vivienda o en obras de responsabilidad del prestador de servicios.

Se adjunta check list en anexo N°2 y anexo N°3

#### **2.4.1.1. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE INTERIOR**

Cerrar todos los artefactos de agua potable. Con todos los artefactos sin consumo, observar si gira el medidor durante un periodo de 15 minutos. Si el medidor no se mueve durante 15 minutos, se debe mantener monitoreado por un tiempo de hasta seis horas para descartar la existencia de filtraciones del sistema domiciliario de agua potable.

#### **2.4.1.2. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EXTERIOR**

Paralelamente al monitoreo del medidor se debe observar si se presenta humedad superficial en el antejardín dado que en este sector se ubica la primera cámara de alcantarillado, si presentase filtraciones, estas filtraciones subirán por capilaridad y se verán en la superficie. Esto es típico de los suelos salinos, en donde el ascenso por capilaridad es muy notorio.

La responsabilidad del prestador de servicio llega hasta la primera cámara, en caso de que esta presente humedad se debe pedir a la empresa sanitaria el análisis y reparación de esta. Para ello la empresa sanitaria debe realizar una excavación por el exterior de la cámara para observar si hay fugas del colector que va hacia la unión domiciliaria y el tramo que llega a la cámara desde la vivienda.

- Si hay filtraciones, se debe efectuar inmediatamente la reparación.
- Si la empresa sanitaria no acude dentro de las primeras

24 horas, se debe notificar a la superintendencia de servicios sanitarios de este problema.

- Revisar si existen fugas en los sistemas públicos de agua potable, estos se ven a simple vista, ya que se observan apozamientos y humedad superficial.

#### **2.4.1.3. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO INTERIOR**

Para revisar el alcantarillado interior de la casa se deben realizar las pruebas indicadas en el artículo 105 del RIDAA.

Si por medio de estas pruebas se observan fugas en la red de alcantarillado se debe reconstruir conforme con el procedimiento de protección, indicado en este informe (ver Anexo N°5) y en el Anexo N°2 y 3, donde se presenta un Check List para actuar rápidamente frente a una filtración.

En forma paralela se debe observar los sellos de los costados de los receptáculos de ducha, lavaplatos, etc.

**NOTA IMPORTANTE:** Se recomienda repetir los procedimientos de evaluación de causas (ver punto 2.3.1)

Si la primera casa presenta problemas de asentamientos, verificar casas vecinas repitiendo procedimiento anterior.

#### **2.4.1.4. EVALUACIÓN DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXTERIOR.**

Para la evaluación del sistema de alcantarillado exterior se deben observar los pavimentos ya que, si un colector presenta filtraciones, estas provocarán hundimientos, grietas y diferencias de nivel de las cámaras de alcantarillado con los pavimentos respectivos.

Si hay desnivel entre el pavimento y la cámara pública, se debe excavar por el borde de la cámara y revisar si presenta filtraciones la unión de la cámara con los colectores entrante y saliente.

### **2.4.2. REPARACIONES**

#### **2.4.2.1. REPARACIÓN DE CAUSAS**

Se deben reparar las filtraciones y grietas que presenten las redes de agua potable y alcantarillado, para evitar a corto plazo que se produzcan mayores filtraciones. Las reparaciones se deben efectuar con los métodos tradicionales para reparar estas redes.

Para el largo plazo se deben seguir las indicaciones de este documento detalladas en alternativas C y D en punto 2.2.

#### **2.4.2.2. REPARACIÓN DE DAÑOS.**

Se recomienda tener presente:

##### **A. Daños de gran magnitud:**

Dentro de esta clasificación se incluyen las estructuras que presentan alguno de los siguientes daños:

- Estructuras que presenten grietas en sus muros y vigas de más de 3 mm
- Asentamientos de elementos estructurales de más de 5 cm.
- Presentan socavones bajo radieres y fundaciones de más de 0,3 m3.

En este caso se debe hacer una evaluación técnico-económica que compare la demolición de la estructura más el saneamiento del terreno, versus la reparación estructural con los métodos respectivos de estabilización e impermeabilización del suelo salino.

Para este caso, dependiendo del nivel de daño estructural o la inestabilidad del terreno, se debe decidir entre las alternativas de pilas o rellenos de socavones, con el fin de estabilizar el terreno de fundación (ver métodos descritos en 2.2.2 “Fundaciones y estructuras”).



# CAPÍTULO 3

# EVALUACIÓN ECONÓMICA Y COMPARACIÓN ALTERNATIVAS

### **3. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y COMPARACIÓN ALTERNATIVAS ALCANCES**

La finalidad de este capítulo es evaluar cuál es el nivel de impacto de las soluciones propuestas para el tratamiento de los suelos salinos, mediante el análisis de un proyecto específico, revisando sus costos aplicando las recomendaciones y sin ellas.

En base a un proyecto específico, que se describe a continuación, se realizaron los cálculos de costos que tendría cada una de estas soluciones, tanto para fundaciones profundas, fundaciones superficiales emplazadas en zonas impermeables y redes sanitarias protegidas.

Respecto a los cálculos de costos, estos consideran como referencia valores en UF de año 2013.

#### **3.1. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA A, FUNDACIÓN CON MICROPILOTES**

Esta evaluación se realiza en base a una estratigrafía característica de la zona de suelos salinos, donde se tendrán 6,0m de suelos con un porcentaje mayor a 5% de sales y un empotramiento de 5.0m en estrato competente.

Para evaluar un proyecto específico es necesario contar con la información que entrega un sondaje de aire comprimido. A mayor cantidad de sondajes se podrá ajustar mejor la profundidad del estrato salino del proyecto y disminuir costo en los micropilotes.

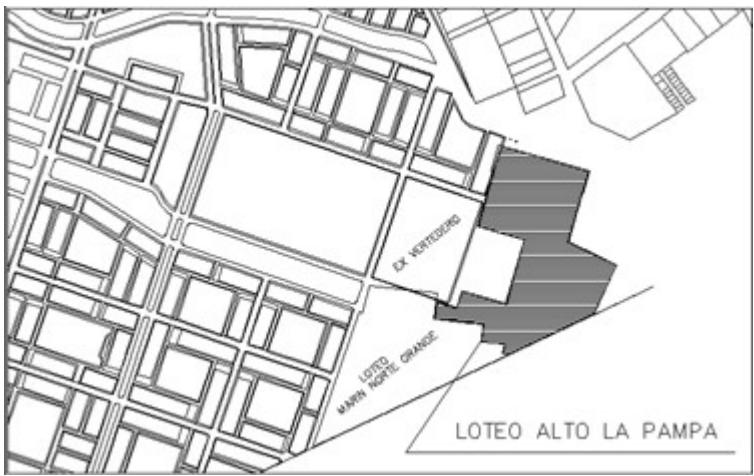
NOTA: A los costos asociados al sondaje de aire comprimido se le debe sumar el costo de los ensayos de exploración geotécnica y laboratorios.

A continuación, en los esquemas N°15, 16, 17, 18 y 19, se muestra la ubicación y distribución de los micropilotes.

##### **3.1.1. EJEMPLO UTILIZADO PARA ANÁLISIS DE COSTOS**

Para el desarrollo de la evaluación comparativa, se utilizó el proyecto "Alto La Pampa", dado que cuenta con gran cantidad de información y presenta diferentes tipos de edificaciones, como es el caso de edificios de 4 pisos y viviendas de 2 pisos.

El proyecto se ubica en la calle Av. Naciones Unidas S/N, en la comuna de Alto Hospicio, Región de Tarapacá.



← **Esquema 15:**  
Plano de emplazamiento.

El conjunto está compuesto por un total de 722 viviendas, donde 594 corresponden a casas de dos pisos y 128 departamentos distribuidos en 8 edificios de 4 pisos, con 4 departamentos por piso.

Para el presente análisis, se determinarán unidades estructurales. Cada unidad estructural corresponderá a un edificio, en el caso de edificaciones de 4 pisos y a un bloque de casas pareadas (2 casas), en el caso de viviendas de 2 pisos.

Por lo tanto, el proyecto contará con 297 unidades estructurales de viviendas de 2 pisos y 8 unidades estructurales de 4 pisos.

Dentro de los antecedentes disponibles, no se cuenta con ensayos de suelos salinos de este proyecto, sin embargo, a través de las visitas a terreno, se evidencian socavones y casas afectadas por la disolución de sales en él. Para los efectos del análisis, se tomará como hipótesis un porcentaje mayor al 5% de presencia sales en un estrato salino de 6m de espesor, de acuerdo con lo recomendado en este estudio.

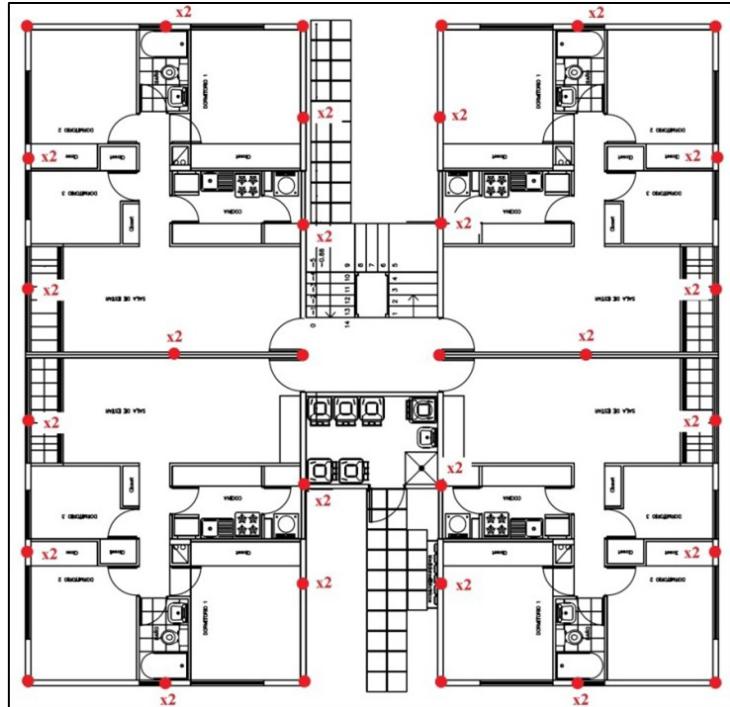
**NOTA:** Todos los valores analizados en este capítulo se comparan en valor SIN IVA. En las tablas detalladas en el Anexo N°7 se entrega el total de la partida con y sin IVA.

## I. Fundaciones Profundas con Instalaciones Tradicionales

Ejemplo de distribución de micropilotes en edificio:

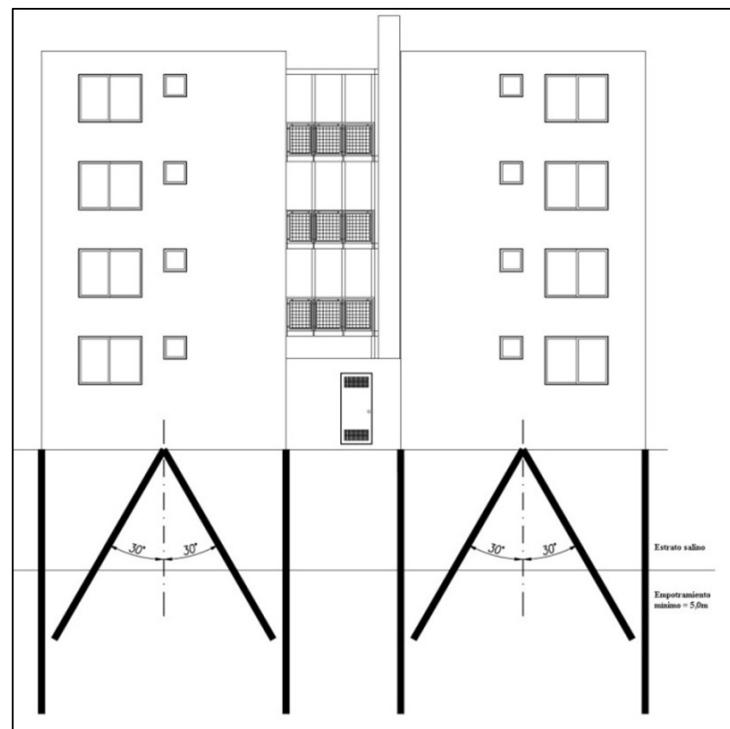
Esquema 16: →

Planta módulo estructural edificio,  
distribución de pilotes.

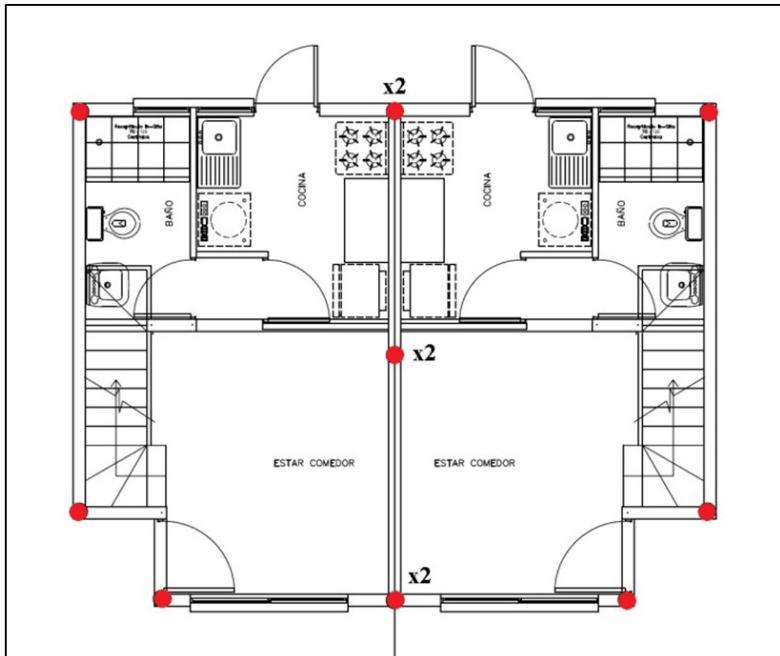


Esquema 17: →

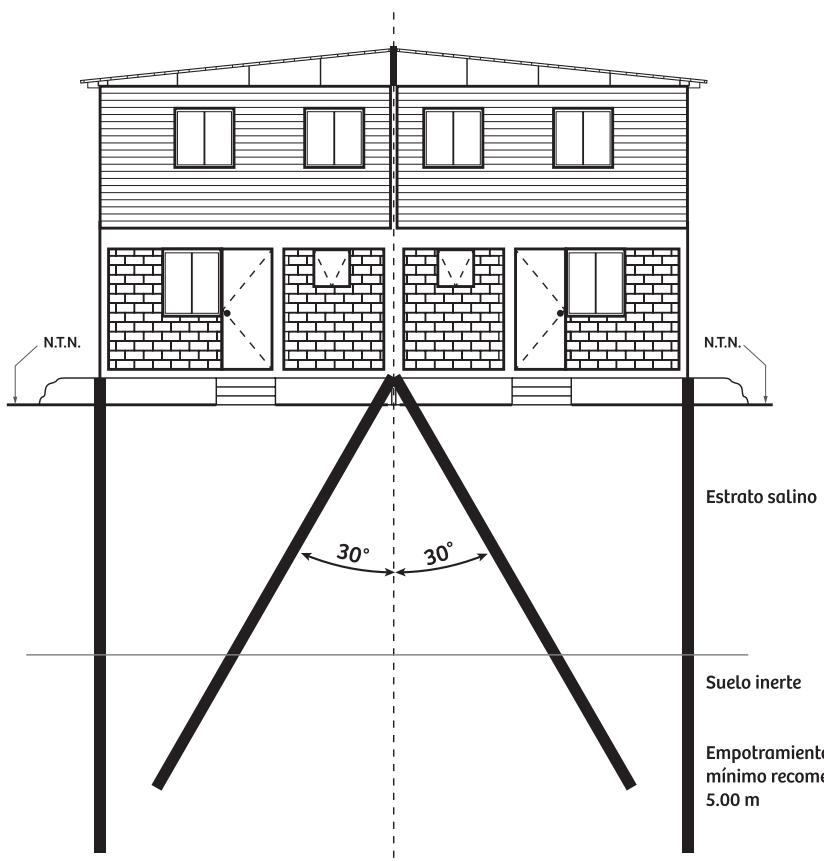
Elevación módulo estructural Edificio,  
distribución de pilotes.



Ejemplo de distribución de micropilotes en casa pareada:



← Esquema 18:  
Planta módulo estructural casa, distribución de pilotes.



← Esquema 19:  
Elevación módulo estructural casa.

### **Costos Asociados:**

Para evaluar económicoamente la faena de micropilotaje, se definen 3 ítems:

- i. Movilización de equipos, herramientas, personal y materiales.
- ii. Preperforación entubada en zona salina: Se refiere a la perforación con martillo DTH e instalación de la tubería de 4" hasta alcanzar un estrato competente y de baja salinidad. Se medirá por metro lineal de tubería efectivamente instalada.
- iii. Micropilotes permanentes: Se refiere a la perforación e instalación de los micropilotes autoperforantes, a través de la tubería de acero con la que se ejecutó la perforación entubada. Se medirá por metro lineal de acuerdo con las cantidades realmente ejecutadas. El precio incluye los elementos de conexión con la viga perimetral proyectada. Dados los tipos de suelo de la zona, se debe considerar al menos 5.0m de empotramiento en suelo competente.
- iv. Los datos que se utilizan en el análisis, desglosado según los ítems anteriormente descritos, corresponden a valores referenciales obtenidos de la empresa Terratest. Estos se expresan en la Tabla N°2.

**Tabla 2: →**

Valores por partida alternativa A. Fuente:  
Empresa Terratest

Item	Valor	Observación
Movilización de equipos, herramientas, personal y materiales.	1100 UF	Valor global
Preperforación entubada en zona salina	7 UF/ml	Considerar aislación en terreno salino.
Micropilotes permanentes	4,5 UF/ml	Del tipo TITAN 30/11 con capacidad a fluencia 18 Ton.

Con estos datos se obtiene lo siguiente:

	Costo [UF/ml]	Largo pilote		[ml] por pilote	Costo de cada pilote [UF]
		Estrato salino [m]	Empotra- miento [m]		
Preperforación entubada en zona salina	7	6	0	6	42
Micropilotes permanentes (capacidad a fluencia 18 ton)	4,5	6	5	11	49,5
Costo unitario pilote:				91,5	

← **Tabla 3:**  
Costo unitario pilote.

A continuación, se entrega el costo de micropilotaje de cada unidad estructural. Posteriormente se obtiene el costo total del conjunto habitacional para luego calcular el costo unitario por vivienda unifamiliar y el costo unitario de cada departamento.

Unidad estructural de viviendas unifamiliares: Cada unidad estructural corresponde a un conjunto de casas pareadas (2 casas). El conjunto tiene 594 casas, lo que corresponde a 297 unidades estructurales.

Unidad estructural de departamentos: Cada unidad estructural corresponderá a un edificio de 4 pisos con 4 departamentos por piso, lo que da un total de 16 departamentos por edificios. El conjunto tiene 128 departamentos, lo que corresponde a 8 unidades estructurales.

	Nº Unidades	Nº Pilotes por unidad	Costo Un Pilote [UF]	Costo traslado maquinarias, materiales y personal [UF]	Costo pilotes por un. Estructural [UF]
Unidad Estructural Casas	297	12	91,5	1100	2198
Unidad Estructural Edificios	8	54	91,5	1100	6041

← **Tabla 4:**  
Costo por unidad estructural.

Así, cada unidad estructural de casas tiene un valor de 2.198 UF y cada unidad estructural de edificios tiene un valor de 6.041 UF.

Por lo tanto:

**Tabla 5: →**

Costo por vivienda y departamento solución alternativa A.

Costo unitario por vivienda y departamento unifamiliar, Alternativa A	
DETALLE	VALOR (UF)
Vivienda (594 unidades)	UF 551
Departamento (128 unidades)	UF 317

**NOTA:** Los costos totales pueden variar notablemente dependiendo de la ubicación del proyecto, mano de obra en la zona, y número de pilotes a ejecutar.

### 3.2. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA B, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON IMPERMEABILIZACIÓN DE ÁREA

Una medida efectiva para la edificación en suelos salinos es la de impermeabilizar áreas completas de proyectos inmobiliarios de modo que todas las instalaciones sanitarias queden sobre la impermeabilización. Para ello se debe colocar una lámina de polietileno de alta densidad HDPE y sobre esta lámina se coloca un relleno de material granular compactado, como se indica en el esquema de la sección 2.2.B.

Los cálculos se realizan por área (m<sup>2</sup>) de urbanización, donde se considera un relleno de 2,5m de espesor y un corte de 1,0. Los precios unitarios sin gastos generales y utilidades se detallan a continuación. En la tabla a

**Tabla 6: →**

Costo habilitación de terreno.

Partida	Unidad	Cantidad	P.U. [UF]	Total Ppto.
Movimiento de Tierra Corte	m <sup>3</sup>	1	0,5	0,5
Movimiento de Tierra Relleno	m <sup>3</sup>	2,5	0,4	1
Cama arena	m <sup>3</sup>	0,1	0,7	0,07
Traslado excedentes a botadero	m <sup>3</sup>	2,5	0,1	0,25
Impermeabilización HDPE (1 US = \$517 (21.06.13))	m <sup>2</sup>	1	0,12	0,12
Total [UF]				1,94

continuación, se realiza el cálculo del área total de departamentos y de casas y se determina finalmente el valor de la impermeabilización por vivienda unifamiliar y por departamentos.

	Superficie total [m <sup>2</sup> ]	Costo impermeabilización m <sup>2</sup> [UF]	Total Ppto. UF impermeabilización por áreas
Casas	52531	1,94	101911
Edificios	10732	1,94	20820

← **Tabla 7:**  
Área total a impermeabilizar.

Por lo tanto:

Costo unitario por vivienda y por departamento unifamiliar Alternativa B	
DETALLE	VALOR (UF)
Casas (594 unid. por proyecto)	172
Departamentos (128 unid. por proyecto)	163

← **Tabla 8:**  
Costo por unidad de vivienda alternativa B.

### 3.3. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA C, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON REDES SANITARIAS INTERIORES Y PÚBLICAS PROTEGIDAS

En esta alternativa se evalúa económicoamente la solución descrita en el capítulo anterior, donde se propone construir estructuras con fundaciones superficiales tradicionales y las redes sanitarias protegidas. Esta protección de redes sanitarias consiste básicamente en utilizar materiales impermeables y flexibles que impidan que se produzcan filtraciones, tanto en las redes sanitarias interiores como públicas. Además de uniones termofusionadas y electrofusionadas.

En el Anexo N°7 se detalla el desglose por partida de los precios unitarios y precio total del presupuesto para una casa y un departamento con redes sanitarias interiores y públicas protegidas, tomando estos valores como dato, podemos determinar el valor de una casa y un departamento.

Por lo tanto, la alternativa de fundaciones superficiales con instalaciones públicas impermeabilizadas (con media caña de HDPE) e interiores protegidas para el valor de una casa y un departamento tienen el siguiente costo:

## I. Costo instalaciones interiores y exteriores protegidas

**Tabla 9:** →

Costo total proyecto por tipología alternativa C.

	Valor proyecto 594 casas [\\$]	Valor proyecto 8 edificios [\\$]
Instalaciones sanitarias interiores protegidas		
Agua Potable	203.148.000	5.184.000
Alcantarillado	212.711.400	28.674.400
Instalaciones sanitarias exteriores protegidas		
Arranque de 13mm y 18mm resp.	112.860.000	2.800.000
Colector tipo II	55.612.222	11.983.778
Cámara de inspección Pública + Cámara receptora	47.367.000	4.986.000
Matrices hidráulicas	33.865.404	7.297.596
Unión Domiciliaria	124.740.000	3.920.000
<b>Total</b>	<b>790.304.026</b>	<b>64.845.774</b>

**Tabla 10:** →

Costo por unidad de vivienda alternativa C.

Costo unitario por vivienda y por departamento unifamiliar Alternativa C		
DETALLE		VALOR (UF)
Casas (594 unid. por proyecto)		58
Departamentos (128 unid. por proyecto)		22

De la misma manera, las redes sanitarias interiores y exteriores tradicionales para el valor de una casa y un departamento tienen el siguiente costo:

Costo instalaciones interiores y exteriores tradicionales : Los

**Tabla 11:** →

Costo total proyecto por tipología instalaciones tradicionales.

	Valor proyecto 594 casas [\\$]	Valor proyecto 8 edificios [\\$]
Instalaciones sanitarias interiores protegidas		
Agua Potable	189.486.000	4.160.000
Alcantarillado	80.724.600	8.362.400
Instalaciones sanitarias exteriores protegidas		
Arranque de 13mm y 18mm resp.	112.860.000	2.800.000
Colector tipo II	34.224.931	7.375.069
Cámara de inspección Pública	18.240.000	1.920.000
Matrices hidráulicas	21.390.582	4.609.418
Unión Domiciliaria	44.847.000	1.928.000
<b>Total</b>	<b>501.773.112</b>	<b>31.154.888</b>

Costo unitario por vivienda y por departamento unifamiliar instalaciones tradicionales	
DETALLE	VALOR (UF)
Casas (594 unid. por proyecto)	37
Departamentos (128 unid. por proyecto)	11

← **Tabla 12:**  
Costo por unidad de vivienda instalaciones tradicionales.

valores mencionados en las tablas en pesos \$, se traspasan a la tabla resumen con un valor referencial de la UF = \$23.104

## II. Comparación de costos de redes sanitarias tradicionales v/s redes sanitarias protegidas para casas y departamentos:

	Costo Redes Sanitarias tradicionales [UF]	Costo Redes Sanitarias Protegidas [UF]	Diferencia [UF]
Valor de una casa	37	58	21
Valor de un departamento	11	22	11

← **Tabla 13:**  
Comparación de costos, instalaciones tradicionales v/s alternativa C.

### 3.4. ANÁLISIS DE COSTOS ALTERNATIVA D, FUNDACIONES SUPERFICIALES CON REDES SANITARIAS INTERIORES PROTEGIDAS Y PÚBLICAS IMPERMEABILIZADAS CON HDPE.

En esta alternativa se evalúa económicoamente la solución descrita en el capítulo anterior, donde se propone construir estructuras con fundaciones superficiales tradicionales y las redes interiores sanitarias protegidas. Esta protección de redes sanitarias consiste básicamente en utilizar materiales impermeables y flexibles que impidan que se produzcan filtraciones, tanto en las redes sanitarias interiores como públicas. Además de uniones termofusionadas y electrofusionadas. Para las redes exteriores se recomienda realizar zanjas impermeabilizadas con láminas de HDPE y las cañerías en materiales tradicionales.

En el Anexo N°7 se detalla el desglose por partida de los precios unitarios y precio total del presupuesto para una casa y un departamento con redes sanitarias interiores protegidas, tomando estos valores como dato, podemos determinar el valor de una casa y un departamento.

**Tabla 14:** →

Costo total proyecto por tipología, alternativa D.

	Valor proyecto 594 casas [\\$]	Valor proyecto 8 edificios [\\$]
Instalaciones sanitarias interiores protegidas		
Agua Potable	203.148.000	5.184.000
Alcantarillado	212.711.400	28.674.400
Instalaciones sanitarias exteriores tradicionales impermeabilizadas HDPE		
Arranque de 13mm y 18mm resp.	112.860.000	2.800.000
Colector tipo II	34.224.931	7.375.069
Cámara de inspección Pública	18.240.000	1.920.000
Matrices hidráulicas	21.390.582	4.609.418
Unión Domiciliaria	44.847.000	1.968.000
Impermeabilización HDPE	12.283.920	165.440
<b>Total</b>	<b>659.705.832</b>	<b>52.696.328</b>

**Tabla 15:** →

Costo por unidad de vivienda alternativa D.

Costo unitario por vivienda y por departamento Alternativa D	
DETALLE	VALOR (UF)
Casas (594 unid. por proyecto)	48
Departamentos (128 unid. por proyecto)	18

Los valores mencionados en las tablas en pesos \$, se traspasan a la tabla resumen con un valor referencial de la UF = \$23104.

### 3.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS

En esta sección se comparan los valores finales del costo de cada una de las alternativas propuestas. Los valores que se indican en la tabla corresponden a cada vivienda unifamiliar, es decir a cada una de las 722 viviendas que contempla el proyecto completo, donde 128 de ellas corresponden a departamentos y 594 corresponden a casas.

**Tabla 16:** →

Resumen comparativo costos alternativas propuestas.

Resumen costos alternativas propuestas			
	Costo Total UF		
	Por Casa	Por Departamento	
A) Fundaciones Profundas con Instalaciones Tradicionales	551	317	
B) Fundaciones Superficiales con Impermeabilización Total e Instalaciones Tradicionales	172	163	
C) Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas e Interiores Protegidas (HDPE) *	58	22	
D) Fundaciones Superficiales con Instalaciones Públicas Impermeabilizadas e Interiores Protegidas.	48	18	

\* Los valores mencionados en las tablas en pesos \$, se traspasan a la tabla resumen con un valor referencial de la UF = \$23104.

Los valores por alternativa solo incluyen costos de partidas intervenidas, no se incluye costo de instalaciones ni fundaciones tradicionales

Como se ha mencionado en el desarrollo del presente informe, el objetivo principal de todas las medidas a tomar, tienen como fin evitar que el agua tome contacto con el suelo salino. El agua proviene principalmente de filtraciones de redes públicas y domiciliarias de agua potable y alcantarillado, por lo tanto, para evitar que se produzcan filtraciones, se deben construir redes sanitarias protegidas y reemplazar las actuales por estos nuevos sistemas.

## CONCLUSIONES

Ante la problemática que puede significar asentarse sobre suelos salinos, cuando no se tiene consideración respecto a sus características y limitaciones, se plantea intervenir las partidas de habilitación de terreno, excavaciones, fundaciones y estructuras e instalaciones públicas e interiores.

Para realizar este estudio se llevó a cabo un análisis de campo por medio de visitas a terreno a las regiones de Arica y Parinacota; Tarapacá y Antofagasta, donde además se recopiló información con los SERVIU de cada territorio.

Tras visitas a terreno se comprobó que los problemas en la vía pública se deben principalmente a fugas en cámaras y colectores de alcantarillado, en algunos casos por rotura de matriz de agua potable, lo cual puede ser observado a simple vista. En el interior de la vivienda, la causa más común se debe a fugas en la primera cámara de alcantarillado, y en algunos casos por fugas en arranque de agua potable, ambas situaciones también observables a simple vista debido al asenso por capilaridad de los fluidos en este tipo de suelos.

Teniendo en cuenta que el problema corresponde a la cualidad particular del suelo con presencia de sales solubles, las alternativas desarrolladas en el informe corresponden principalmente a aislar dicho suelo del contacto con el agua. Se formulan diversas alternativas que combinan soluciones relacionadas con instalaciones sanitarias, protección de fundaciones, criterios de flexibilidad de material, impermeabilización y mejoramiento del terreno y optimización de recursos económicos.

En atención a los daños a que están expuestas las instalaciones, producto de la inestabilidad del suelo salino ante filtraciones, y tras un análisis de capacidades de los materiales empleados, se plantea una modificación en el sistema de cañerías, uniones, cámaras y colectores de alcantarillado y agua potable. Se incluye la posibilidad de proteger las instalaciones tradicionales para contener y conducir la eventual filtración en caso de rotura de cañería, en caso de que el cambio de material no sea posible. Con esta medida disminuyen considerablemente los riesgos de filtraciones y por lo tanto de daños en estructuras.

Otra alternativa es impermeabilizar áreas completas de los proyectos inmobiliarios, y mantener la materialidad y metodologías constructivas actuales tanto en fundaciones como en el trazado de las instalaciones. Con esta medida se aísla el suelo salino, se mejora el terreno donde se dispondrán instalaciones y por tanto disminuyen probabilidades de asentamiento.

Se desarrolla y analiza, además, tanto técnica como económicamente la alternativa de fundar con pilotes profundos o micropilotes en estrato competente, evitando de este modo los eventuales asentamientos provocados por la disolución, para no afectar la estabilidad y capacidad estructural de la vivienda. Sin embargo, se debe destacar que esta alternativa requiere de un proyecto de cálculo por medio de un profesional competente, y un análisis de viabilidad económica, dado su alto costo.

Se puede desprender, de los análisis en terreno, que son varias las comunas afectadas en el norte del país, donde este tipo particular de suelo, en contacto con el agua, provoca una alta inestabilidad del suelo de fundación, en el caso de viviendas, obras civiles o proyectos de urbanización. Razón por la cual se torna urgente poder proteger dichas estructuras de los asentamientos ocasionados en dichos casos.

# **ANEXOS**

**Anexo 1:** Registro fotográfico

**Anexo 2:** Cartilla check list

**Anexo 3:** Cartilla check list

**Anexo 4:** Recomendaciones generales para diseño de instalaciones domiciliarias

**Anexo 5:** Análisis de costos

## **ANEXO N°1: ESTUDIO DE CASOS: VISITAS A TERRENO**

Se efectuaron visitas a:

- 1. Arica:** Calle Tambillo, Sector Industriales 4, Sector Pampa Nueva, Sector Tucapel 7, Sector Guañacagua.
- 2. Antofagasta:** Población Corvallis, Calle Benjamín Franklin.
- 3. Alto Hospicio:** Sector La Pampa, Sector La Negra, Calle Estados Unidos, Sector de Chijo Centro.

### **1. VISITA CIUDAD DE ARICA**

Se visitaron los sectores en la ciudad de Arica que presentaban daños como consecuencia de la disolución de sales de los suelos.

A continuación, se muestran fotos de la visita:

#### **1. Calle Tambillo.**

Imagen 1: →

Daño estructural en el muro.



Imagen 2: →

Asentamiento Radier.





← Imagen 3:  
Asentamiento Radier.



← Imagen 4:  
Daño estructural en el muro.

## 2. Sector Industriales 4. Se observan tres viviendas afectadas.

Las causas aparentes son fallas en las redes públicas que afectaron las viviendas hasta 10 m. hacia el interior, medido desde la línea de edificación. También se observa asentamiento en la vía pública.



← Imagen 5:  
Daño estructural en el muro.

**Imagen 6:** →  
Asentamiento Pavimentos.



**Imagen 7:** →  
Grieta en muro bajo la ventana.



### 3. Sector Pampa Nueva

En Imagen se aprecia asentamientos en fachada, cuya causa más probable es la filtración en la red pública.

**Imagen 8:** →  
Calle Bariloche. Sector Pampa Nueva.



#### 4. Sector Tucapel 7, Calle Luis Ferrada

En este sector, se observan viviendas que presentan fallas simultáneamente en un mismo día, producto de filtraciones en Redes Públicas.



← Imagen 9:  
Grieta en muro esquina.



← Imagen 10:  
Grieta en esquina.



← Imagen 11:  
Grieta en esquina.

**Imagen 12:** →

Grieta y asentamiento muro.



**Imagen 13:** →

Grieta y asentamiento muro.



**Imagen 14:** →

Grieta muro.



**Imagen 15:** →

Grieta muro.



## 5. Sector de Guañacagua



← Imagen 16:  
Grieta muro.



← Imagen 17:  
Grieta muro.

## 2. VISITA CIUDAD DE ANTOFAGASTA

En abril de 2013 se efectuó una visita a la ciudad de Antofagasta para ver en detalle las propiedades afectadas por disolución de sales en el subsuelo.

A continuación, se entrega un detalle de los puntos visitados.

### 1. Sector Población Corvallis

En este sector existen filtraciones en redes públicas. Al momento de la visita, Aguas del Altiplano, estaba cambiando un arranque.

**Imagen 1:** →  
"Arreglos Aguas del Altiplano.

**Imagen 2:** →  
Calle con desnivel y cámara colector.



En la Imagen 2 se observa un asentamiento en la calzada y una reparación reciente de la cámara de un colector

Se observan filtraciones en los arranques de agua potable, en especial en la unión americana, unión plasson y al parecer en los collarines. El sistema de arranque de agua potable no garantiza estanqueidad.

### 2. Sector de Calle Benjamín Franklin. En dos Block de departamentos.

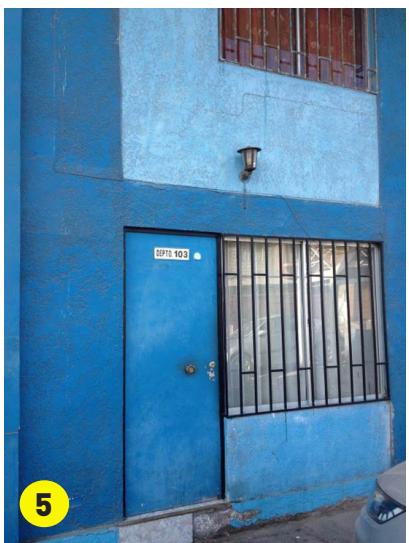
Como consecuencia de la falla de un arranque de agua potable, el suelo se saturó de agua. Se disolvieron las sales presentes en el suelo, lo que provocó:

- a. La falla de una contención, afectando el acceso a un pasaje (Imágenes 3 y 4).
- b. Asentamiento de una escalera exterior de acceso a un edificio
- c. También presentaron problemas de deformación notoria en su estructura, afectando el cierre de puertas y ventanas.



← Imagen 3 y 4:  
Falla en acceso a un pasaje.

El muro de contención se curvó por asentamiento en su fundación producto de la disolución de sales.



← Imagen 5 y 6:  
Grietas producto de asentamientos.

### **3. También en Calle Benjamín Franklin:**

Una propiedad presenta problemas de asentamientos en antejardín y fisuras interiores, esto desencadenó problemas en la primera cámara. Hoy los daños se concentran alrededor de la primera cámara. Hay problema de caverna tipo socavón en el exterior. (Imagen 7) el cual causó el asentamiento del radier exterior.

Imagen 7: →  
Asentamiento antejardín.



#### 4. Luego se visita otro sector:

Donde hay tres casas afectadas por asentamientos en sus fundaciones, lo cual trae como consecuencia el agrietamiento de sus muros.



8



9

← Imagen 8, 9 y 10:  
Grieta muro.



10

### **3. Visita a la comuna de Alto Hospicio**

Se efectuó una visita a la comuna de Alto Hospicio para ver en detalle las propiedades afectadas por disolución de sales en el subsuelo.

A continuación, se entrega un detalle de los puntos visitados en el sector "La Pampa". No se cuenta con mayores antecedentes para referenciar el sector.

1. Producto de la falla de la cámara de alcantarillado y la filtración del arranque de agua potable, se produjo un socavón bajo la vivienda. Esta vivienda se encuentra en alto riesgo y su estructura puede colapsar como consecuencia de las cavidades existentes bajo sus fundaciones.

Imagen 1: →

Asentamiento antejardín.



2. Reparación de cámara y colector: En la excavación efectuada por la empresa sanitaria se observa presencia de sales en distintas concentraciones en forma aleatoria. No se cuenta con mayores antecedentes para referenciar el sector.



← **Imagen 2:**  
Excavación con presencia de sales.



← **Imagen 4:**  
Unión Plasson.

← **Imagen 5:**  
Falla en Unión Americana.

Se observan filtraciones en los arranques de agua potable, en especial en la unión americana, unión plasson y al parecer en los collarines. El sistema de arranque de agua potable no garantiza estanqueidad.

3. Asentamiento que afectó un inmueble en calle Ovalle, aparentemente por filtraciones de redes públicas, se muestra en la Imagen 6.

**Imagen 6:** →  
Asentamiento pavimentos.



4. Calle Ovalle: Filtraciones de redes públicas producen un socavón en la calzada. Se muestra en la Imagen 7.

**Imagen 7:** →  
Asentamiento pavimentos.



5. La imagen 8, muestra una vivienda que presenta asentamientos como consecuencia de filtraciones en cámara de alcantarillado o medidor de agua potable.



← **Imagen 8:**  
Falla en Unión Americana.

6. Daños estructurales en edificios de viviendas sociales como consecuencia de fugas en instalaciones sanitarias. Imagen 9.



← **Imagen 9:**  
Grieta Muro.

7. Falla típica de calzada en Alto Hospicio, se aprecian múltiples asentamientos en toda la ciudad, con o sin grietas. Como el caso de la imagen 10.

**Imagen 10:** →  
Grieta Pavimentos.



8. Frente a la casa de la imagen 11 falló la primera cámara y la matriz de agua. La casa quedó inclinada.

**Imagen 11:** →  
Grieta muro y asentamiento.



## ANEXO N°2:

### CARTILLA CHECK LIST PARA REVISORES DE PROYECTOS NUEVOS

Check List llamados de Problemas			
Item	Sí	No	Observaciones
<b>1- Evaluación de las causas</b>			
1.1 Cerrar artefactos de agua potable.			
1.2 Observar giro del medidor			
1.2.1 ¿El medidor gira durante los primeros 15 minutos?			
1.2.2 ¿El medidor gira durante los primeros 60 minutos?			
1.2.3 ¿El medidor gira durante las primeras 6 horas?			
1.3 Observar si se presenta humedad en antejardín zona cámara domiciliaria			
Si la respuesta es Sí:			
1.3.1 Excavación de diagnóstico en cámara domiciliaria. ¿Presenta filtraciones a la entrada o salida de la cámara?			
1.4 Revisión alcantarillado interior de la vivienda			
1.4.1 Prueba de Luz (Aprobada)			
1.4.2 Prueba de estanqueidad (Aprobada)			
1.4.3 ¿El agua de la ducha filtra al subsuelo por borde de receptoría y/o lavapiatos? Esto pasa por fallas en los sellados o fragües. Nunca confiar en estos sellados. Se debe impermeabilizar el piso y muro.			
1.5 Revisión "casa vecina 1" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.6 Revisión "casa vecina 2" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.7 Revisión "casa vecina 3" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.8 Revisión "casa vecina 4" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.9 ¿Existen fugas a la vista en los sistemas públicos de agua potable?			
1.10 ¿Pavimentos cercanos presentan hundimientos o asentamientos?			
1.11 ¿Existe sospecha de filtración en alguna cámara pública cercana?			
<b>2- Evaluación de daños</b>			
2.1 Daños de gran magnitud			
2.1.1 ¿Estructura presenta grietas de más de 3 mm?			
2.1.2 ¿Estructura presenta asentamientos de más de 10 cm?			
2.1.3 ¿Se observan socavones a simple vista?			
2.1.4 ¿Se detectan socavones bajo radieras?			
<b>3- Determinación solución al problema según comparación de costos</b>			
3.1 Costo de demolición y reconstrucción			
3.1.1 Costo de recuperar terreno con relleno de socavones con hormigón fluido			
3.1.2 Costo construcción nueva estructura			
3.1.3 Costo Total de reconstrucción			
3.2 Costo de reparación			
3.2.1 Demolición de radieras			
3.2.2 Levantamiento de la estructura para rehacer fundaciones			
3.2.3 Reparación de estructura			
a) Costo de rehacer instalaciones sanitarias			
b) Costo de rellenos de hormigón fluido			
c) Costo de rehacer terminaciones			
3.2.4 Costo total Reparación			

1.4 Impermeabilización instalaciones sanitarias públicas combinados con instalaciones sanitarias interiores protegidas de filtraciones			
<b>REDES PUBLICAS</b>			
1.4.1 Zanjas de redes públicas de alcantarillado impermeabilizadas.			
1.4.2 Zanjas de redes públicas de agua potable impermeabilizadas			
<b>REDES INTERIORES</b>			
Alcantarillado			
1.4.3 Tuberías interiores de PVC protegidas con media caña de HDPE y arena hasta el radier.			
1.4.4 Uniones termofusionadas o electrofusionadas			
1.4.5 Cámaras prefabricadas estancas con pasamuros			
1.4.6 Medias cañas con cama de arena soldadas entre sí y con tapas en extremos para evitar fugas			
Agua Potable			
1.4.7 Tuberías interiores elevadas por los muros y a la vista			
1.4.8 ¿Se cumple con prohibición de cañerías de PVC?			
1.4.9 ¿Se cumple con prohibición de uniones roscadas? (excepto cuando se pasa a cobre desde HDPE)			
<b>2- Diseño de pavimentos</b>			
2.1 Capaz estructurales de pavimentos inertes			
2.2 Redes que atraviesan pavimentos impermeables (HDPE, termo o electrofusionadas)			
2.3 Cámaras estancas (prefabricadas con pasamuros)			

## ANEXO N°3:

### CARTILLA CHECK LIST PARA LLAMADOS DE PROBLEMAS

Check List Llamados de Problemas			
Item	SI	NO	Observaciones
<b>1- Evaluación de las causas</b>			
1.1 Cerrar artefactos de agua potable.			
1.2 Observar giro del medidor			
1.2.1 ¿El medidor gira durante los primeros 15 minutos?			
1.2.2 ¿El medidor gira durante los primeros 60 minutos?			
1.2.3 ¿El medidor gira durante las primeras 6 horas?			
1.3 Observar si se presenta humedad en antejardín zona cámara domiciliaria			
Si la respuesta es SI:			
1.3.1 Excavación de diagnóstico en cámara domiciliaria. ¿Presenta filtraciones a la entrada o salida de la cámara?			
1.4 Revisión alcantarillado interior de la vivienda			
1.4.1 Prueba de Luz (Aprobada?)			
1.4.2 Prueba de estanqueidad (Aprobada?)			
1.4.3 ¿El agua de la ducha filtra al subsuelo por borde de receptáculo y/o lavapiatos? Esto pasa por faltas en los sellos o fragües. Nunca confiar en estos sellos. Se debe impermeabilizar el piso y muro.			
1.5 Revisión "casa vecina 1" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.6 Revisión "casa vecina 2" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.7 Revisión "casa vecina 3" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.8 Revisión "casa vecina 4" de los puntos 1.1, 1.2, 1.3 y 1.4			
1.9 ¿Existen fugas a la vista en los sistemas públicos de agua potable?			
1.10 ¿Pavimentos cercanos presentan hundimientos o asentamientos?			
1.11 ¿Existe sospecha de filtración en alguna cámara pública cercana?			
<b>2- Evaluación de daños</b>			
2.1 Daños de gran magnitud			
2.1.1 ¿Estructura presenta grietas de más de 3 mm?			
2.1.2 ¿Estructura presenta asentamientos de más de 10 cm?			
2.1.3 ¿Se observan socavones a simple vista?			
2.1.4 ¿Se detectan socavones bajo radieras?			
<b>3- Determinación solución al problema según comparación de costos</b>			
3.1 Costo de demolición y reconstrucción			
3.1.1 Costo de recuperar terreno con relleno de socavones con hormigón fluido			
3.1.2 Costo construcción nueva estructura			
3.1.3 Costo Total de reconstrucción			
3.2 Costo de reparación			
3.2.1 Demolición de rdieres			
3.2.2 Levantamiento de la estructura para rehacer fundaciones			
3.2.3 Reparación de estructura			
a) Costo de rehacer instalaciones sanitarias			
b) Costo de rellenos de hormigón fluido			
c) Costo de rehacer terminaciones			
3.2.4 Costo total Reparación			

## **ANEXO N°5:**

Recomendaciones generales para el diseño de instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado aplicables a sectores con suelos salinos de estructura colapsable, desarrollado por el RIDAA (Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado).

REPÚBLICA DE CHILE  
SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS  
*(Extracto del RIDAA)*

*Suelos Salinos de Estructura Colapsable*

**MARCO PROPUESTO DEL RIDAA**

*Cuando las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado, se proyecten o construyan sobre suelos salinos, informados así por el prestador se deberán considerar en su diseño, construcción y materiales a utilizar, las soluciones técnicas establecidas en el Anexo X del RIDAA y otras específicas para cada caso, que deberá proponer el proyectista, que prevengan la ocurrencia de eventuales filtraciones de agua y faciliten su inspección permanente a fin de permitir su rápida detección y reparación en el evento que se produjeren.*

*Se propone el siguiente anexo como instructivo "Instrucciones Técnicas Generales" que entre otras específicas para cada proyecto deberá cumplir el proyectista en los casos de existencias de suelos salinos de estructura colapsable.*

### **ANEXO DEL RIDAA**

**RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN SECTORES CON SUELOS SALINOS DE ESTRUCTURA COLAPSABLE**

*En el diseño de las instalaciones domiciliarias de agua potable y alcantarillado de edificaciones ubicadas en zonas de "suelos salinos de estructura colapsable", entre otras alternativas y precauciones que deberá considerar el proyectista en cada proyecto según sus características particulares, se deberá considerar lo siguiente:*

#### **A. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**

##### **MATERIALES**

- *Todos los materiales utilizados en las Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable deben asegurar su total estanqueidad y deben tener*

*la elasticidad suficiente para evitar el desprendimiento de sus uniones y/o su rotura en caso de asentamientos diferenciales, por lo que deben restringir sus junturas a aquellos sistemas con uniones soldadas por termofusión o electrofusión.*

- Conforme a lo anterior no se aceptarán materiales de PVC u otros de similares u obras construidas en hormigón simple para contener aguas potables ni materiales que hayan sido expuesto a la intemperie.*

## **TRAZADOS**

- Trazados de tuberías accesibles y en lo posible a la vista por el interior o exterior de la vivienda o por entretecho o Shaft según corresponda, con las protecciones pertinente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.*
- En edificaciones mayores, se deberá contar con registros especiales, de forma de permitir visualizar las posibles fugas antes de su infiltración en el terreno y su fácil y rápida reparación.*
- No se permitirá el trazado de tuberías por el suelo o radieres de las viviendas existiendo alternativa de trazado aéreo o por muros.*
- Si el trazado de las tuberías debe ser ejecutado por el suelo o radieres de las viviendas, el proyectista deberá proponer una solución que permita detectar cualquier fuga de agua y permitir su fácil y rápida reparación como ser la instalación de tuberías encamisadas con tuberías de PVC tipo alcantarillado clase 6 con registros en los puntos bajos que permitan detectar cualquier fuga de agua de la instalación principal.*

Este párrafo del RIDAA se complementa para suelos salinos de estructura colapsable con el siguiente paso. Toda tubería que se construya bajo radier de la edificación deberá instalarse con una protección de media caña con arena y/o canaleta con arena, dentro de la cual avanza la tubería de PVC según especificaciones y que son parte integral de este documento de MINVU, que permita detectar cualquier fuga de agua y permitir su fácil y rápida reparación. En desarrollos exteriores a la edificación NUNCA se debe proyectar en PVC usando, en este caso tuberías de HDPE.

- Los trazados de tuberías deberán efectuarse con el mínimo de uniones y piezas especiales contando para esto con tuberías elásticas que soporten deformaciones mayores. En general se podrá utilizar tuberías de materiales flexibles con sistemas de uniones termofusionadas, electrofusionadas, cobre u otras soluciones de materiales con uniones probadamente estancas.*

- Las tuberías que se construyan a profundidades mayores de un metro deberán instalarse dentro de tuberías de PVC tipo alcantarillado clase 6 proponer una solución que permita detectar cualquier fuga de agua y permitir su fácil y rápida reparación.

**Este párrafo del RIDAA se modifica para suelos salinos de estructura colapsable con el siguiente paso. Toda tubería que se construya bajo radier de la edificación deberá instalarse con una protección de media caña con arena y/o canaleta con arena, dentro de la cual avanza la tubería de PVC según especificaciones y planos que son parte integral de este documento de MINVU, que permita detectar cualquier fuga de agua y permitir su fácil y rápida reparación. En desarrollos exteriores a la edificación NUNCA se debe proyectar en PVC usando, en este caso tuberías de HDPE.**

- El trazado de estas tuberías deberá evitar en lo posible sectores de entrada de vehículos u otros que estén sometidos a sobrecargas externas (cargas vivas).
- La parte de las instalaciones domiciliarias ubicadas al interior de las viviendas que no puedan ser inspeccionadas periódicamente, por quedar enterradas en los radieres de las viviendas (baños y cocinas), deberán ser construidas sobre un radier impermeable, ubicado a una cota inferior, que permita interceptar y desviar las posibles filtraciones de artefactos a una cámara de testeо exterior. En estos casos no se requerirá una tubería de protección exterior.
- En las áreas definidas como suelos salinos las empresas sanitarias deberán exigir las inspecciones que acrediten el cumplimiento de estas instrucciones al 10% de las Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable.
- Las modificaciones de las instalaciones domiciliarias existentes en áreas de suelos salinos deberán ejecutarse a partir de esta fecha conforme a estas instrucciones.

## **INSPECCIONES**

- En las áreas definidas como suelos salinos las empresas sanitarias deberán exigir las inspecciones correspondientes al 10% de las Instalaciones Domiciliarias de Aguas Potable, en las cuales se deberá certificar pruebas de presión y estanqueidad establecidas en el RIDAA.

## **B. INSTALACIONES DOMICILIARIAS DE ALCANTARILLADO**

### **GENERALES**

*En lo posible sólo se aceptarán soluciones de desagüe gravitacionales, con sus correspondientes servidumbres de paso si correspondiere, establecidas de acuerdo con la legislación vigente.*

- *No se permitirán al interior de las viviendas, bocas de admisión de artefactos o tapas de cámara u otro tipo de desagües bajo la cota de solera, autorizando solo desagües gravitacionales con sus respectivas servidumbres de paso, las que deben quedar establecidas de acuerdo con la legislación vigente.*
- *Todas las bocas de admisión a nivel de terreno deberán sobresalir de este 20 cm y estar siempre disponibles para inspección.*

### **MATERIALES**

- *Todos los materiales utilizados en las Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado deben asegurar su total estanqueidad y deben tener la elasticidad suficiente para evitar el desprendimiento de sus uniones y/o su rotura en caso de asentamientos diferenciales, por lo que deben restringir sus junturas a aquellos sistemas con uniones soldadas por termofusión o electrofusión.*
- *Conforme a lo anterior no se aceptarán materiales de PVC u otros de similares características u obras construidas en hormigón simple para contener aguas servidas ni materiales que hayan sido expuesto a la intemperie, tomando en consideración las medidas precautorias que incorporan tuberías de media caña con arena o canaletas con arena que protegen la tubería de PVC dentro de la edificación según especificaciones técnicas y planos que son parte integral de este documento.*

### **CÁMARAS DE INSPECCIÓN**

- *Las cámaras de inspección domiciliaria deben ser ejecutadas en material plástico que aseguren la total estanqueidad de las instalaciones y permita su unión con la tubería de entrada y salida a través de uniones termofusionadas o electrofusionadas. Según requerimientos técnicos justificados, se aceptarán cámaras de inspección de hormigón, hormigón armado, o albañilería de ladrillos, con estucos impermeables y la utilización de aditivos que aseguren la impermeabilidad de hormigones y morteros.*

- Las cámaras de inspección en caso especiales podrán ser de hormigón armado para cuyo efecto deberán utilizarse morteros de recubrimiento con aditivos especiales que impermeabilicen las superficies.
- Las uniones de tuberías con las cámaras de inspección deben ejecutarse con anclajes o anillos de fijación para evitar filtraciones y asentamientos en la zona de empalme de las tuberías de entrada o salida de la cámara.
- Para la unión entre la cámara de inspección y la tubería, también deberán utilizarse morteros de recubrimiento con aditivos especiales que eviten posibles fugas. En estos casos cada tubería deberá ser fijada con machones de anclaje o anillo de adherencia al radier o al interior de la cámara a fin de evitar su corrimiento o desprendimiento.

**En esta sección de cámaras de inspección del RIDAA, todos los párrafos se deben complementar con las especificaciones técnicas y párrafos entregados en este documento.**

#### **INSTALACIONES AL INTERIOR DE LAS VIVIENDAS**

- Deben exigirse soluciones que aseguren la correcta instalación de los artefactos y en lo posible permitan el registro de sus descargas, de tal manera de advertir oportunamente eventuales infiltraciones al terreno.
- Los trazados de tuberías deberán efectuarse con el mínimo de uniones y piezas especiales contando para esto con tuberías elásticas que soporten deformaciones mayores. Las tuberías deberán instalarse dentro de cañerías de PVC tipo alcantarillado clase 6 con registros en los puntos bajos que permitan detectar cualquier fuga de agua de la instalación principal.

**Este párrafo del RIDAA se complementa para suelos salinos de estructura colapsable con el siguiente paso. Toda tubería que se construya bajo radier de la edificación deberá instalarse con una protección de media caña con arena y/o canaleta con arena, dentro de la cual avanza la tubería de PVC según especificaciones y planos que son parte integral de este documento de MINVU, que permita detectar cualquier fuga de agua y permitir su fácil y rápida reparación. En desarrollos exteriores a la edificación NUNCA se debe proyectar en PVC usando, en este caso tuberías de HDPE.**

- *El trazado de estas tuberías deberá evitar sectores de entrada de vehículos u otros que estén sometidos a sobrecargas externas.*
- *La parte de las instalaciones domiciliarias ubicadas al interior de las viviendas que no puedan ser inspeccionadas periódicamente, por quedar enterradas en los radieres de las viviendas (baños y cocinas), deberán ser construidas sobre un radier impermeable, ubicado a una cota inferior, que permita interceptar y desviar las posibles filtraciones de artefactos a una cámara de testeo exterior. En estos casos no se requerirá una tubería de protección exterior.*

## **INSPECCIONES**

- *En las áreas definidas como suelos salinos las empresas sanitarias deberán exigir las inspecciones que acrediten el cumplimiento de estas instrucciones al 10% de las Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado.*

## **MODIFICACION DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES**

- *Las modificaciones de las instalaciones domiciliarias existentes en áreas de suelos salinos deberán ejecutarse a partir de la fecha de la presente conforme a estas instrucciones.*

**Este párrafo del RIDAA se complementa para suelos salinos de estructura colapsable con el presente documento que incluye especificaciones técnicas y planos respectivas.**

## **ANEXO N°6:** **ANÁLISIS DE COSTOS DE REDES PROTEGIDAS**

En esta sección se entregan los presupuestos de las distintas partidas que componen la red de instalaciones de agua potable y alcantarillado. Se entregan en forma comparativa presupuestos del proyecto original y del proyecto realizando redes sanitarias protegidas, valorizando todas las medidas y recomendaciones descritas en los hitos anteriores.

### **a. Presupuesto instalaciones sanitarias casas**

<b>PRESUPUESTO PROYECTO ORIGINAL CASA TIPO</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CUBICACIÓN	P. UNIT	P. TOTAL
	DESPUÉS DE MAP DE 13 MM			\$	\$
1 AGUA POTABLE					
	CAÑERÍA PVC 32 MM POR PISO	ML	4	2.000	8.000
	CAÑERÍA COBRE 20 MM	ML	18	7.000	126.000
	CAÑERÍA COBRE 13 MM	ML	12	5.000	60.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 20 MM	UNID	4	10.000	40.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 13 MM	UNID	2	8.000	16.000
	PIEZAS ESPECIALES PVC HID32	GL	1	5.000	5.000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	12.000	12.000
	SOLDADURA Y OTROS	GL	1	12.000	12.000
	OBRA DE MANO	GL	1	40.000	40.000
					<b>319.000</b>
2 ALCANTARILLADO					
	PVC 110 MM SANITARIO	ML	12	2.000	24.000
	PVC 75 MM SANITARIO	ML	6	1.500	9.000
	PVC 50 MM SANITARIO	ML	8	1.000	8.000
	PVC 40 MM SANITARIO	ML	4	600	2.400
	VEE 110 X 40 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CODO PVC 40 MM	UNID	3	200	600
	VEE 110 MM	UNID	1	2.000	2.000
	CODO 110 X 90º	UNID	1	1.800	1.800
	CODO 110 X45º	UNID	1	1.600	1.600
	VEE 110X50	UNID	3	1.500	4.500
	CODO 50X 90º	UNID	6	500	3.000
	CODO 75 MM	UNID	1	1.500	1.500
	PEGAMENTO Y OTROS	GL	1	6.000	6.000
	OBRA DE MANO	GL	1	70.000	70.000
					<b>135.900</b>
	Agua Potable + Alcantarillado por casa				<b>454.900</b>
	Agua Potable + Alcantarillado por casa + IVA				<b>541.331</b>

<b>PRESUPUESTO CASA TIPO PAREADA SOLUCIÓN ALTERNATIVA MEDIA CAÑA HDPE</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CUBICACIÓN	P. UNIT	P. TOTAL
	DESPUÉS DE MAP DE 13 MM			\$	\$
<b>1</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				
	CAÑERÍA HDPE 32 MM	ML	4	2000	8000
	CAÑERÍA COBRE 25 MM	ML	6	7000	42000
	CAÑERÍA COBRE 20 MM	ML	18	6000	108000
	CANERIA COBRE 13 MM	ML	12	5000	60000
	PIEZAS ESPECIALES HDPE 32	GL	1	5000	5000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	10000	10000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 3/4	UNID	3	7000	21000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 1/2	UNID	4	6000	24000
	ABRAZADORES Y PROTECCIÓN ABRAZADERAS PARA COBRE	GL	1	12000	12000
	SOLDADURA Y OTROS	GL	1	12000	12000
	OBRA DE MANO	GL	1	40000	40000
					<b>342.000</b>
<b>2</b>	<b>ALCANTARILLADO</b>				
	PVC SANITARIO ANGER D= 110 MM	ML	10	6000	60000
	PVC SANITARIO ANGER D= 75 MM	ML	6	4000	24000
	PVC SANITARIO ANGER D= 50 MM	ML	6	2000	12000
	PVC SANITARIO ANGER D= 40 MM	ML	3	1000	3000
	1/2 CAÑA HDPE 300 MM PVC HORIZONTAL CON ARENA	ML	12	7000	84000
	1/2 CAÑA HDPE 160 MM PVC HORIZONTAL CON ARENA	ML	13	6000	78000
	VEE 110 X 40 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CODO PVC 40 MM	UNID	3	400	1.200
	VEE 110 MM	UNID	1	2.000	2.000
	CODO 110 X 90°	UNID	1	1.800	1.800
	CODO 110 X 45°	UNID	1	1.600	1.600
	VEE 110X50	UNID	3	1.500	4.500
	CODO 50X90°	UNID	6	500	3.000
	CODO 75 MM	UNID	1	1.500	1.500
	OBRA DE MANO	GL	1	80000	80000
					<b>358.100</b>
	Agua Potable + Alcantarillado por casa				<b>700.100</b>
	Agua Potable + Alcantarillado por casa + IVA				<b>833.119</b>

<b>PRESUPUESTO CASA TIPO PAREADA SOLUCIÓN ALTERNATIVA CANALETA IMPERMEABLE</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CUBICACIÓN	P. UNIT	P. TOTAL
	DESPUÉS DE MAP DE 13 MM			\$	\$
<b>1 AGUA POTABLE</b>					
	CAÑERÍA HDPE 32 MM	ML	4	2000	8000
	CAÑERÍA COBRE 25 MM	ML	6	7000	42000
	CAÑERÍA COBRE 20 MM	ML	18	6000	108000
	CANERIA COBRE 13 MM	ML	12	5000	60000
	PIEZAS ESPECIALES HDPE 32	GL	1	5000	5000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	10000	10000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 3/4	UNID	3	7000	21000
	LLAVE DE PASO CORRRIENTE 1/2	UNID	4	6000	24000
	PIEZAS ESPECIALES			12000	12000
	ABRAZADERAS			12000	12000
	OBRA DE MANO	GL	1	40000	40000
					<b>342.000</b>
<b>2 ALCANTARILLADO</b>					
	PVC SANITARIO ANGER D= 110 MM	ML	10	6000	60000
	PVC SANITARIO ANGER D= 75 MM	ML	6	4000	24000
	PVC SANITARIO ANGER D= 50 MM	ML	6	2000	12000
	PVC SANITARIO ANGER D= 40 MM	ML	3	1000	3000
	CANAleta HORMIGÓN	ML	12	6000	72000
	IMPEMEABILIZACIÓN SISTEMA QHC	UNID	1	11188	11188
	OBRA DE MANO	GL	1	80000	80000
					262.188
	Agua Potable + Alcantarillado por casa				<b>604.188</b>
	Agua Potable + Alcantarillado por casa + IVA				<b>718.984</b>

## Presupuestos instalaciones sanitarias departamentos

<b>PRESUPUESTO PROYECTO ORIGINAL EDIFICIO TIPO 1ER PISO</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>CUBICACIÓN</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>P. TOTAL</b>
				\$	\$
<b>1</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				
	CAÑERÍA COBRE 38 MM SOLO 1ER PISO	ML	5	9.000	45.000
	CAÑERÍA DE COBRE 20 MM SOLO 1ER PISO	ML	35	8.000	280.000
	CAÑERÍA DE COBRE 13 MM SOLO 1ER PISO	ML	10	6.000	60.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 3/4	UNID	3	10.000	30.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 1/2"	UNID	4	8.000	32.000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	18.000	18.000
	SOLDADURA Y OTROS	GL	1	15.000	15.000
	OBRA DE MANO	GL	1	40.000	40.000
				<b>520.000</b>	
<b>2</b>	<b>ALCANTARILLADO EN 1ER PISO CON 3 CÁMARAS POR EDIFICIO</b>				
	PVC 160 SANITARIO	ML	25	5.000	125.000
	PVC 110 SANITARIO	ML	136	2.000	272.000
	PVC 75 MM SANITARIO	ML	56	1.500	84.000
	PVC 50 MM SANITARIO	ML	48	1.000	48.000
	PVC 40 MM SANITARIO	ML	32	600	19.200
	VEE 110 X 40 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CODO PVC 40 MM	UNID	3	400	1.200
	VEE 110 MM	UNID	1	2.000	2.000
	CODO 110X90°	UNID	1	1.800	1.800
	CODO 110X45°	UNID	1	1.600	1.600
	VEE 110X50	UNID	3	1.500	4.500
	CODO 50X90°	UNID	6	500	3.000
	CODO 75 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CÁMARAS DOMICILIARIAS	GL	3	70.000	210.000
	MARCOS Y TAPAS DOMICILIARIAS	GL	3	40.000	120.000
	PEGAMENTO Y OTROS	GL	1	30.000	30.000
	OBRA DE MANO (POR POSIBLE EXCAVACIÓN)	GL	1	120.000	120.000
				1.045.300	
	Total Agua potable + alcantarillado por edif				<b>1.565.300</b>
	Total Agua potable + alcantarillado por edif + IVA				<b>1.862.707</b>

**PRESUPUESTO PROYECTO EDIFICIO TIPO 1ER PISO  
SOLUCIÓN 1/2 CAÑA HDPE**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CUBICACIÓN	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
<b>1</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				
	CAÑERÍA 1ER PISO				
	CAÑERÍA COBRE 38 MM SOLO 1ER PISO	ML	5	9.000	45.000
	CAÑERÍA DE COBRE 20 MM SOLO 1ER PISO	ML	46	8.000	368.000
	CAÑERÍA DE COBRE 13 MM SOLO 1ER PISO	ML	10	6.000	60.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 3/4	UNID	3	10.000	30.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 1/2"	UNID	4	8.000	32.000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	18.000	18.000
	ABRAZADERAS Y PROTECCIÓN ABRAZADERAS	GL	1	12.000	12.000
	UNIÓN HDPE COBRE	GL	1	18.000	18.000
	SOLDADURA Y OTROS	GL	1	15.000	15.000
	OBRA DE MANO	GL	1	50.000	50.000
					<b>648.000</b>
<b>2</b>	<b>ALCANTARILLADO EN 1ER PISO CON 5 CÁMARAS POR EDIFICIO</b>				
	HDPE 160 MM PN10	ML	25	8.000	200.000
	HDPE 110 MM PN10	ML	136	6.000	816.000
	PVC 75 MM SANITARIO	ML	56	1.500	84.000
	PVC 50 MM SANITARIO	ML	48	1.000	48.000
	PVC 40 MM SANITARIO	ML	32	600	19.200
	1/2 CAÑA HDPE SOPORTA PVC 110/300 CON ARENA	ML	56	7.000	392.000
	1/2 CAÑA HDPE SOPORTA PVC 50/160 CON ARENA	ML	48	6.000	288.000
	VEE 110X40 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CODO PVC 40 MM	UNID	3	400	1.200
	VEE 110 MM	UNID	1	2.000	2.000
	CODO 110X90°	UNID	1	1.800	1.800
	CODO 110X45°	UNID	1	1.600	1.600
	VEE 110X50	UNID	3	1.500	4.500
	CODO 50X90°	UNID	6	500	3.000
	CODO 75 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CÁMARAS DOMICILIARIAS CONSTRUIDAS IN SITU	UNID	5	160.000	800.000
	MARCOS Y TAPAS DOMICILIARIAS	UNID	5	50.000	250.000
	SOLDADURAS DE HDPE	UNID	12	10.000	120.000
	UNIÓN HDPE - PVC HID CL-10 BRIDA	UNID	4	25.000	100.000
	PEGAMENTO Y OTROS	GL	1	50.000	50.000
	OBRA DE MANO	GL	1	400.000	400.000
					3.584.300
	Total edificio agua potable + alcantarillado				<b>4.232.300</b>
	Total edificio agua potable + alcantarillado + IVA				<b>5.036.437</b>

**NOTA:** El número de cámaras aumenta por planos del proyecto. Por el nuevo diseño de redes sanitarias protegidas.

**PRESUPUESTO PROYECTO EDIFICIO TIPO 1ER PISO  
SOLUCIÓN CANALETA IMPERMEABLE**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CUBICACIÓN	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
<b>1</b>	<b>AGUA POTABLE</b>				
	CAÑERÍA 1ER PISO				
	CAÑERÍA COBRE 38 MM SOLO 1ER PISO	ML	5	9.000	45.000
	CAÑERÍA DE COBRE 20 MM SOLO 1ER PISO	ML	46	8.000	368.000
	CAÑERÍA DE COBRE 13 MM SOLO 1ER PISO	ML	10	6.000	60.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 3/4	UNID	3	10.000	30.000
	LLAVE DE PASO CORRIENTE 1/2"	UNID	4	8.000	32.000
	PIEZAS ESPECIALES BRONCE	GL	1	18.000	18.000
	ABRAZADERAS Y PROTECCIÓN ABRAZADERAS	GL	1	12.000	12.000
	UNIÓN HDPE COBRE	GL	1	18.000	18.000
	SOLDADURA Y OTROS	GL	1	15.000	15.000
	OBRA DE MANO	GL	1	50.000	50.000
				<b>648.000</b>	
<b>2</b>	<b>ALCANTARILLADO EN 1ER PISO CON 5 CÁMARAS POR EDIFICIO</b>				
	HDPE 160 MM PN10	ML	25	8.000	200.000
	HDPE 110 MM PN10	ML	136	6.000	816.000
	PVC 75 MM SANITARIO	ML	56	1.500	84.000
	PVC 50 MM SANITARIO	ML	48	1.000	48.000
	PVC 40 MM SANITARIO	ML	32	600	19.200
	CANALET	ML	56	6.000	336.000
	IMPERMEABILIZACIÓN	UNID	2	11.188	22.376
	VEE 110 X 40 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CODO PVC 40 MM	UNID	3	400	1.200
	VEE 110 MM	UNID	1	2.000	2.000
	CODO 110X90°	UNID	1	1.800	1.800
	CODO 110X45°	UNID	1	1.600	1.600
	VEE 110X50	UNID	3	1.500	4.500
	CODO 50X90°	UNID	6	500	3.000
	CODO 75 MM	UNID	1	1.500	1.500
	CÁMARAS DOMICILIARIAS CONSTRUIDAS IN SITU	UNID	5	160.000	800.000
	MARCOS Y TAPAS DOMICILIARIAS	UNID	5	50.000	250.000
	SOLDADURAS DE HDPE	UNID	12	10.000	120.000
	UNIÓN HDPE - PVC HID CL-10 BRIDA	UNID	4	25.000	100.000
	PEGAMENTO Y OTROS	GL	1	50.000	50.000
	OBRA DE MANO	GL	1	400.000	400.000
				3.262.676	
	Total edificio agua potable + alcantarillado				<b>3.910.676</b>
	Total edificio agua potable + alcantarillado + IVA				<b>4.653.704</b>

### b. Presupuesto colector Tipo II

Para el nuevo proyecto, se recomienda cambiar las cañerías de PVC por cañería de HDPE.

Esta evaluación considera solamente los costos directos de provisión de materiales y mano de obra, no considera los costos de excavaciones, trasladados de excedente, rellenos ni regularizaciones de compactación y en organismos públicos.

COSTO INSTALACIÓN PROYECTO ALCANTARILLADO DE PVC					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	COLECTOR PVC SANITARIO 200 MM TIPO II	ML	2600	16.000	41.600.000
	CONSIDERA PROVISION E INSTALACIÓN DE CAÑERÍA				
	NO CONSIDERA COSTOS DE EXCAVACIÓN, RELENO Y TRASLADO DE EXCEDENTES				
					41.600.000
	TOTAL PROYECTO				<b>41.600.000</b>
	TOTAL PROYECTO + IVA				<b>49.504.000</b>

COSTO INSTALACIÓN PROYECTO ALCANTARILLADO DE HDPE					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	HDPE DE 200 MM	ML	2600	24.000	62.400.000
2	SOLDADURAS POR ELECTROFUSIÓN	GL	433	12.000	5.196.000
	CONSIDERA PROVISION E INSTALACIÓN DE CAÑERÍA				
	NO CONSIDERA COSTOS DE EXCAVACIÓN, RELENO Y TRASLADO DE EXCEDENTES				
					67.596.000
	TOTAL PROYECTO				<b>67.596.000</b>
	TOTAL PROYECTO + IVA				<b>80.439.240</b>

c. Presupuesto de matrices hidráulicas.

COSTO PROYECTO ORIGINAL INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE PVC					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	MATRIZ DE PVC HIDRÁULICO 100 MM CL-10 CONSIDERA PROVISION E INSTALACIÓN DE CAÑERÍA	ML	2600	10.000	26.000.000
	NO CONSIDERA COSTOS DE EXCAVACIÓN, RELLENO				
	Y TRASLADO DE EXCEDENTES Y CÁMARAS DE VALVULAS				
	INCLUYE COSTOS POR PRUEBAS				
	TOTAL PROYECTO				<b>26.000.000</b>
	TOTAL PROYECTO + IVA				<b>30.940.000</b>

COSTO INSTALACIÓN PROYECTO DE AGUA POTABLE SOLUCIÓN HDPE					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	MATRIZ DE HDPE DE 100 MM PN 10	ML	2600	14.000	36.400.000
2	SOLDADURAS POR ELECTROFUSIÓN	GL	433	11.000	4.763.000
	CONSIDERA PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE CAÑERÍA				
	NO CONSIDERA COSTOS DE EXCAVACIÓN, RELLENO				
	Y TRASLADO DE EXCEDENTES Y CÁMARAS DE VALVULAS				
	INCLUYE COSTOS POR PRUEBAS				
	TOTAL PROYECTO				<b>41.163.000</b>
	TOTAL PROYECTO + IVA				<b>48.983.970</b>

#### d. Presupuesto arranque

A continuación, se presenta el valor del arranque para los edificios (38mm) y para las casas (13mm) en forma independiente. Para este proyecto los arranques fueron construidos en materiales de HDPE por lo que no existe diferencia entre el proyecto original y el proyectado con instalaciones sanitarias protegidas.

<b>PRESUPUESTO ARRANQUE 13 MM EN HDPE LARGO PROMEDIO 8 METROS PARA CASAS SE SUPONE UN LARGO DE ARRANQUE DE 8+2 METROS</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
	INCLUYE MANO DE OBRA			\$	\$
1	COLLAR DE HDPE 110 X 20 MM ELECTROFUSIONADO	UNIDAD	1	18.000	18.000
2	HDPE DE 20 MM CON CONECTOR DE 20 MM	ML	8	6.000	48.000
3	LLAVE DE PASO DE COLLAR DE 25 MM INCORP.	UNIDAD	1	7.000	7.000
4	LLAVE DE PASO ANTIFRAUDE DE 20 MM	UNIDAD	1	7.000	7.000
5	COBRE 13 MM FORRADO TIPO THERMO	ML	2	5.000	10.000
6	LLAVE DE PASO DE 13 MM NIBSA SO	UNIDAD	1	12.000	12.000
7	MAP DE 13 MM	UNIDAD	1	38.000	38.000
8	PIEZAS ESPECIALES GL	GL	1	15.000	15.000
9	OBRA DE MANO	GL	1	35.000	35.000
	TOTAL CORRESPONDIENTE A UNA CASA				<b>190.000</b>
	TOTAL CORRESPONDIENTE A UNA CASA + IVA				<b>226.100</b>

<b>PRESUPUESTO ARRANQUE 38 MM EN HDPE LARGO PROMEDIO 8 METROS PARA EDIFICIOS SE SUPONE UN LARGO DE ARRANQUE DE 8+2 METROS</b>					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
	INCLUYE MANO DE OBRA			\$	\$
1	COLLAR DE HDPE 110 X 38 MM ELECTROFUSIONADO	UNIDAD	1	28.000	28.000
2	HDPE DE 38 MM CON CONECTOR DE 38 MM	ML	8	8.000	64.000
3	LLAVE DE PASO DE COLLAR DE 38 MM INCORP.	UNIDAD	1	17.000	17.000
4	LLAVE DE PASO ANTIFRAUDE DE 38 MM	UNIDAD	1	17.000	17.000
5	COBRE 38 MM FORRADO TIPO THERMO	ML	2	11.000	22.000
6	LLAVE DE PASO DE 38 MM BOLA	UNIDAD	1	20.000	20.000
7	MAP DE 38 MM	UNIDAD	1	90.000	90.000
8	PIEZAS ESPECIALES GL	GL	1	35.000	35.000
9	OBRA DE MANO	GL	1	57.000	57.000
	TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO				<b>350.000</b>
	TOTAL CORRESPONDIENTE A UN EDIFICIO + IVA				<b>416.500</b>

e. Presupuesto cámara de inspección publica tipo A para proyecto original y proyecto solución.

<b>PRESUPUESTO CÁMARA DE INSPECCIÓN PÚBLICA ORIGINAL TIPO "A" SE SUPONE UNA ALTURA DE 2,40 MTS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>P. TOTAL</b>
				\$	\$
	SIN EXCAVACIÓN				
1	MÓDULO DE 1200 MM X 0,60 MTS INSTALADO	UNIDAD	2	50.000	100.000
2	CONO DE 1200 MM X 600 MM INSTALADO	UNIDAD	2	40.000	80.000
3	CHIMENEA DE 600 MM INSTALADO	UNIDAD	1	30.000	30.000
4	CONSTRUIR BANQUETA Y RADIER	GL	1	30.000	30.000
5	AFINAMIENTO DE MUROS DE CÁMARA	GL	1	20.000	20.000
6	TAPACAMARA OPTO PULLAY CLASE D 400 METAL	UNIDAD	1	60.000	60.000
	<b>TOTAL</b>				<b>320.000</b>
	<b>TOTAL + IVA</b>				<b>380.800</b>

<b>PRESUPUESTO CÁMARA DE INSPECCIÓN PÚBLICA PROYECTADA TIPO "A" SE SUPONE UNA ALTURA DE 2,40 MTS</b>					
<b>ÍTEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNID</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNIT</b>	<b>P. TOTAL</b>
	SIN EXCAVACIÓN			\$	\$
1	MÓDULO DE 1200 MM X 0,60 M CON OREJAS PARA LEVANTARLA	GL	2	120.000	240.000
2	CONO DE 1200 MM X 600 MM	UNIDAD	2	30.000	60.000
3	CHIMENEA DE 600 MM	UNIDAD	1	30.000	30.000
4	PASAMUROS DE 200 MM	UNIDAD	2	25.000	50.000
5	TAPACAMARA OPTO PULLAY CLASE D 400 METAL	UNIDAD	1	60.000	60.000
6	SELLO LINEAL BUTILICO DE BUDNIC METRO	UNIDAD	12	3.000	36.000
7	TERMINAL HE DE HDPE 200 MM	UNIDAD	2	30.000	60.000
8	IMPERMEABILIZACIÓN	GL	1	20.000	20.000
	<b>TOTAL</b>				<b>556.000</b>
	<b>TOTAL + IVA</b>				<b>661.640</b>

Valor cámara receptora de filtraciones con desagüe a cámara pública por medio de pasamuros.

PRESUPUESTO CÁMARA RECEPTORA DE FILTRACIONES						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL	
	SIN EXCAVACIÓN			\$	\$	
1	MÓDULO DE 0,6 M X 0,60M	GL	1	80.000	80.000	
2	PASAMUROS DE 110 MM	UNIDAD	2	25.000	50.000	
3	TAPA HORMIGÓN SIMPLE	UNIDAD	1	30.000	30.000	
5	TERMINAL BRIDA CAMPANA PVC 110 MM	UNIDAD	2	30.000	60.000	
6	IMPERMEABILIZACIÓN IGOL DENSO	GL	1	20.000	20.000	
7	DESAGUE HDPE PN10 32MM	ML	5	6.000	30.000	
8	SELLO DE GOMA Y DOS CONTRATUERCAS PARA DESAGUE DE 32MM	GL	1	5.000	5.000	
	TOTAL				<b>275.000</b>	
	TOTAL + IVA				<b>327.250</b>	

#### f. Presupuesto unión domiciliaria de 160mm (Edificios)

PRESUPUESTO U.D. PROYECTO ORIGINAL PVC SE SUPONE UN LARGO DE U.D. DE 10 METROS						
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL	
				\$	\$	
1	TEE 200 X 160 X 200 MM PVC	UNIDAD	1	30.000	30.000	
2	PVC SANITARIO 160 MM METROS	ML	10	7.000	70.000	
3	MÓDULO REDONDO DE CÁMARA DOMICILIARIA	UNIDAD	1	30.000	30.000	
4	TAPA REDONDA 0,60 DE DIÁMETRO	UNIDAD	1	15.000	15.000	
5	RADIER DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	20.000	20.000	
6	BANQUETA DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	20.000	20.000	
7	AFINADO DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	6.000	6.000	
8	OBRA DE MANO SIN EXCAVACIÓN	GL	1	50.000	50.000	
	TOTAL CADA 2 EDIFICIOS				<b>241.000</b>	
	TOTAL CADA 2 EDIFICIOS + IVA				<b>286.790</b>	

**PRESUPUESTO U.D. PROYECTO SOLUCIÓN CON HDPE  
SE SUPONE UN LARGO DE U.D. DE 10 METROS**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	TEE 200X160X200 MM HDPE	UNIDAD	1	80.000	80.000
2	HDPE 160 MM METROS	ML	10	10.000	100.000
3	GANCHOS LATERALES DE FE PARA ALZAR	UNIDAD	2	6.000	12.000
4	MÓDULO FABRICADO DE H =0,80 MT, Fe 6@20 CON RADIER INCORPORADO	GL	1	100.000	100.000
5	MARCO Y TAPA CUADRADA 0,60X0,60 MT	UNIDAD	1	20.000	20.000
6	PASAMUROS DE 160 MM	UNIDAD	2	20.000	40.000
7	SOLDADURAS POR ELECTROFUSIÓN	UNIDAD	3	12.000	36.000
8	SELLO LINEAL BUTILICO DE BUDNIC METRO	GL	2	3.000	6.000
9	TERMINAL HE DE HDPE DE 160 MM	UNIDAD	2	18.000	36.000
10	OBRA DE MANO SIN EXCAVACIÓN	GL	1	60.000	60.000
	TOTAL CADA 2 EDIFICIOS				<b>490.000</b>
	TOTAL CADA 2 EDIFICIOS + IVA				<b>583.100</b>

**g. Presupuesto unión domiciliaria de 110mm (Casas)**

**PRESUPUESTO U.D. PROYECTO ORIGINAL PVC  
SE SUPONE UN LARGO DE U.D. DE 10 METROS**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	TEE 200 X 110 X 200 MM PVC	UNIDAD	1	20.000	20.000
2	PVC SANITARIO 110 MM METROS	ML	10	2.000	20.000
3	MÓDULO REDONDO DE CÁMARA DOMICILIARIA	UNIDAD	1	25.000	25.000
4	TAPA REDONDA 0,60 DE DIÁMETRO	UNIDAD	1	20.000	20.000
5	RADIER DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	10.000	10.000
6	BANQUETA DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	10.000	10.000
7	AFINADO DE CÁMARA DE INSPECCIÓN	GL	1	6.000	6.000
8	OBRA DE MANO SIN EXCAVACIÓN	GL	1	40.000	40.000
	TOTAL PARA DOS CASAS				<b>151.000</b>
	TOTAL PARA DOS CASAS + IVA				<b>179.690</b>

**PRESUPUESTO U.D. PROYECTO CON HDPE  
SE SUPONE UN LARGO DE U.D. DE 10 METROS**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
				\$	\$
1	TEE 200X110X200 MM HDPE	UNIDAD	1	62.000	62.000
2	HDPE 110 MM METROS	ML	10	7.800	78.000
3	GANCHOS LATERALES DE FE PARA ALZAR	UNIDAD	2	6.000	12.000
4	MODULO FABRICADO DE H =0,8 MT, Fe 6@20 CON FABRICACIÓN DE RADIER INCORPORADO	UNIDAD	1	100.000	100.000
5	MARCO Y TAPA CUADRADA 0,60X0,60 MT	UNIDAD	1	20.000	20.000
6	PASAMUROS DE 110 MM	UNIDAD	2	10.000	20.000
7	SOLDADURAS POR ELECTROFUSIÓN	UNIDAD	3	12.000	36.000
8	SELLO LINEAL BUTILICO DE BUDNIC METRO	GL	2	3.000	6.000
9	TERMINAL HE DE HDPE DE 110 MM	UNIDAD	2	18.000	36.000
10	OBRA DE MANO SIN EXCAVACIÓN	GL	1	50.000	50.000
	TOTAL PARA DOS CASAS				<b>420.000</b>
	TOTAL PARA DOS CASAS + IVA				<b>499.800</b>





“ La realización de este estudio es importante para tener un marco técnico-reglamentario que proporcione lineamientos que definan procedimientos esenciales para asentarse en este tipo de suelos, disminuyendo riesgos de posibles daños en las viviendas emplazadas en terrenos con altos porcentajes de sales. ”