



**Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Sociales  
Departamento de Antropología**

**Valparaíso: Arqueología de naufragios. Un estudio exploratorio para comprender los Procesos de Formación de Sitio que afectan el registro arqueológico sumergido de la bahía de Valparaíso.**

**Memoria para optar al título profesional de Arqueólogo**

**Camilo Robles G.**

**Profesor Guía: Andrés Troncoso**

**Santiago de Chile, 9 de Julio, 2013**

## ÍNDICE

○	ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	4
○	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	6
○	CAPÍTULO 2: PROBLEMA Y OBJETIVOS.....	8
-	a) Planteamiento del problema.....	8
-	b) Justificación de la Investigación.....	8
-	c) Objetivo General.....	8
-	d) Objetivos específicos.....	9
○	CAPÍTULO 3: ANTECEDENTES.....	10
-	a) Antecedentes de la zona de estudio.....	10
-	b) Panorama arqueológico subacuático de la bahía de Valparaíso.....	12
-	c) Sector Dársena (Zona 3): Emplazamiento de nuestro objeto de estudio.....	18
-	d) Sitio Arqueológico S3PV.....	21
○	CAPÍTULO 4: MARCO REFERENCIAL.....	26
-	a) Procesos de Formación de Sitio.....	26
-	b) Arqueología Marítima y Procesos de Formación de Sitios de Naufragios.....	28
-	c) Procesos Postdepositacionales en Ambientes Portuarios y su Influencia en los Contextos Arqueológicos Sumergidos.....	42
▪	c.1) <i>Procesos de Formación Cultural</i> .....	43
▪	c.2) <i>Procesos de Formación Natural</i> .....	46
○	CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA.....	51
-	a) Etapa de Terreno.....	51
-	b) Etapa de Laboratorio.....	55
○	CAPÍTULO 6: RESULTADOS.....	57
-	a) Procesos de Formación Cultural.....	57
-	b) Procesos de Formación Natural.....	67
○	CAPITULO 7: CONCLUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES.....	82
○	AGRADECIMIENTOS.....	88

○ BIBLIOGRAFIA.....	89
○ ANEXOS.....	96
1. Tabla de Registro de Sitios Subacuáticos.....	97
2. Ficha de Registro de Sitios Subacuáticos.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

### Figuras

Figura 1. Ubicación de la bahía de Valparaíso.....	11
Figura 2. Distribución de los Sitios Arqueológicos.....	14
Figura 3. Área de dragado .....	18
Figura 4. Croquis de planta del Sitio S3PV.....	23
Figura 5. Modelo Procesos de Formación de Sitio Schiffer (1972).....	28
Figura 6. Modelo de Procesos de Formación de Sitio de Naufragio Muckelroy (1976).....	29
Figura 7. Modelo de trabajo utilizado por Gibbs (2006).....	32
Figura 8. Modelo elaborado por Ward et al. (1998).....	35
Figura 9. Comparación de conservación de materiales en sitios Terrestres V/S sitios Subacuáticos. (Grosso, 2006).....	39
Figura 10. Bahía y Puerto de Valparaíso (modificada con áreas de trabajo).....	52
Figura 11. Campos utilizados en la ficha de registro de sitios.....	54
Figura 12. Carga y descarga en la poza de abrigo.....	60
Figura 13. Estructura del S3PV.....	62
Figura 14. Vista del mismo sector con la cubierta sedimentaria removida.....	62
Figura 15. Parte de la estructura que aún conserva la capa sedimentaria.....	63
Figura 16. Fragmento óseo con huellas de corte.....	64
Figura 17. Dragas mecánicas utilizadas para extraer sedimentos.....	65
Figura 18. Imagen de Sonar de Barrido Lateral.....	66
Figura 19. Proceso de crecimiento de molusco de la familia Teredinidae.....	68
Figura 20. Teredinidae en acción.....	69
Figura 21. Ataque provocado por la acción del molusco Teredinidae.....	69
Figura 22. Valvas del Pholadidae.....	70
Figura 23. Xylophaga en acción.....	71
Figura 24. Detalle del ataque del Xylophaga.....	71
Figura 25. Distintas vistas del crustáceo Limnoria.....	72

Figura 26. Ataque del Limnoria.....	73
Figura 27. Material recolectado del sitio S3PV.....	74
Figura 28. Diagrama de los procesos post-depositacionales del Sitio S3PV.....	80

## **Tablas**

Tabla 1. Principales parámetros ambientales para la bahía de Valparaíso.....	20
Tabla 2. Ubicación del sitio S3PV dividido en sectores de concentración de material.....	21
Tabla 3. Algunos ejemplos de la influencia de la sedimentación relativa en los procesos físicos, químicos y biológicos (Ward et al., 1999).....	34
Tabla 4. Tipos de procesos presentes en ambientes portuarios y su forma de interacción.....	43
Tabla 5. Cuadro comparativo de tipos procesos y grados de incidencia.....	56
Tabla 6. Efectos de procesos post-depositacionales teóricos, consignados, amenazas posibles y grados de incidencia.....	79

## 1. INTRODUCCIÓN

El origen de esta memoria tiene relación con una serie de investigaciones arqueológicas subacuáticas que como equipo de trabajo hemos estado realizando desde el año 2002 en la bahía de Valparaíso. El escaso conocimiento que se tiene en Chile de este campo de la Arqueología ha servido como punto central para poder llevar a luz algunos avances y metodologías aplicadas a un medio que muchas veces nos parece extraño, pero que tiene bastantes elementos en común con los trabajos que se llevan a cabo en tierra firme.

En un afán por contribuir a la consolidación de esta línea de trabajo, es que hemos intentado elaborar en las siguientes páginas un recorrido de lo que son los Procesos de Formación de Sitio (PFS) y como se comportan al momento de trabajar con un tipo de patrimonio sumergido, ubicado en pleno centro de la bahía, conocido específicamente como el sitio arqueológico N°3 del Puerto de Valparaíso (S3PV).

Como sabemos la importancia que ha tenido la teoría de procesos de formación de sitios en el desarrollo de la arqueología como disciplina, es sin lugar a dudas uno de los referentes en la creación de hipótesis, metodologías y técnicas empleadas en terreno. En este sentido el objetivo de esta memoria es poder acceder a la problemática de los procesos postdeposicionales de formación de sitios sumergidos, a través de la evaluación de los factores que podemos apreciar en el sitio arqueológico S3PV, y así, poder generar una discusión en torno a la aplicación de metodologías en un ambiente portuario como es la bahía de Valparaíso.

En una primera instancia hemos querido acercarnos a la realidad de la bahía, describiendo tanto su composición ambiental como la importancia del puerto en la historia y formación de la actual ciudad, hecho que se ve reflejado por la cantidad de restos sumergidos existentes.

En segundo lugar hemos dispuesto una breve descripción de lo que ha sido la teoría de procesos de formación sitios, y como es que ésta problemática ha sido abordada y llevada a cabo para entender este tipo de fenómenos en medios acuáticos.

Posteriormente y mediante la selección de un sitio en particular (S3PV), hemos realizado una sistematización de cuáles podrían ser los tipos de fenómenos a los que nos podríamos enfrentar y luego una contrastación con la realidad actual de la muestra seleccionada, considerando elementos tanto in situ como de laboratorio. Este último punto nos ha permitido elaborar un cuadro comparativo para acceder a los tipos de fenómenos existentes, y determinar cuál es grado de incidencia de cada uno de los agentes que afecta al sitio seleccionado.

Por último nuestra discusión aborda la problemática que tiene trabajar con este tipo de fenómenos, cuales son los reales acercamientos que tuvimos de nuestro objeto de estudio, sus condiciones de depositación, la efectividad de nuestro modelo de trabajo propuesto y los posibles enfoques que se podrían seguir a futuro, con el fin de lograr una mejor comprensión acerca del registro arqueológico sumergido en la bahía de Valparaíso y de los PFS en ambientes sumergidos.

## 2. PROBLEMA Y OBJETIVO

### a) Planteamiento del problema.

¿Qué procesos de formación afectan al sitio S3PV al interior de la bahía de Valparaíso?

### b) Justificación de la Investigación

La costa chilena posee una gran cantidad de sitios sumergidos, hecho factible de apreciar en los numerosos registros históricos que se tiene de este tipo de acontecimientos. Sin lugar a dudas esto se traduce en que hay un rico valor patrimonial e investigativo al cual aún no se ha accedido. Siguiendo esta misma línea el escaso desarrollo que ha tenido la arqueología subacuática en Chile sigue manteniendo vacíos y dudas en torno a esta realidad poco explorada.

El desconocimiento de los procesos de formación de sitios sumergidos a nivel local, más allá de los modelos generales mundiales, ha generado poco interés en las investigaciones en nuestro país. Por lo tanto pretendemos discutir y evaluar los procesos de formación de sitios aplicados a un caso de estudio en la bahía de Valparaíso, pero enfocándonos en los procesos post-depositacionales pues abarcarlo todos excede los límites de esta investigación y la escala de esta memoria.

### c) Objetivo General

- Caracterizar los distintos procesos de formación post-depositacionales de sitio que afectan al sitio sumergido S3PV en la bahía de Valparaíso.

#### **d) Objetivos específicos**

- Realizar una tipología de los procesos post depositacionales de formación de sitio que afectan el patrimonio sumergido al interior de un ambiente portuario como es la bahía de Valparaíso.
- Caracterizar los procesos de formación y transformación tanto en los restos de la embarcación del sitio S3PV como en los materiales arqueológicos extraídos.
- Contrastar el grado de incidencia que tienen los procesos post depositacionales sobre el sitio S3PV.

### 3. ANTECEDENTES

#### a) Antecedentes de la zona de estudio

La bahía de Valparaíso se localiza en la costa central de Chile, V Región, a 115 kms. de Santiago. Se sitúa aproximadamente entre la latitud 33°01'S, y la longitud 71°37W (Figura N°1), y ha sido descrita por el Instituto Hidrográfico de la Armada como una rada *“de forma semicircular, limpia y espaciosa. La bahía es muy profunda y es necesario aproximarse a la costa para fondear”* (I.H.A., 1988:205). Para fines de estudio la bahía puede ser dividida en dos zonas en términos territoriales, el espacio marino que encierra la rada exterior y el puerto artificial, también llamado dársena.

En términos oceanográficos, Valparaíso al igual que la mayoría de las zonas costeras se encuentra regulado por un régimen de circulación eólica, caracterizado por corrientes relativamente lentas, del orden de 4 a 14 m·s-1<sup>1</sup> en condiciones normales, las cuales aumentan al doble, en condiciones de sicigias<sup>2</sup>, según los estudios realizados por Fonseca (1981).

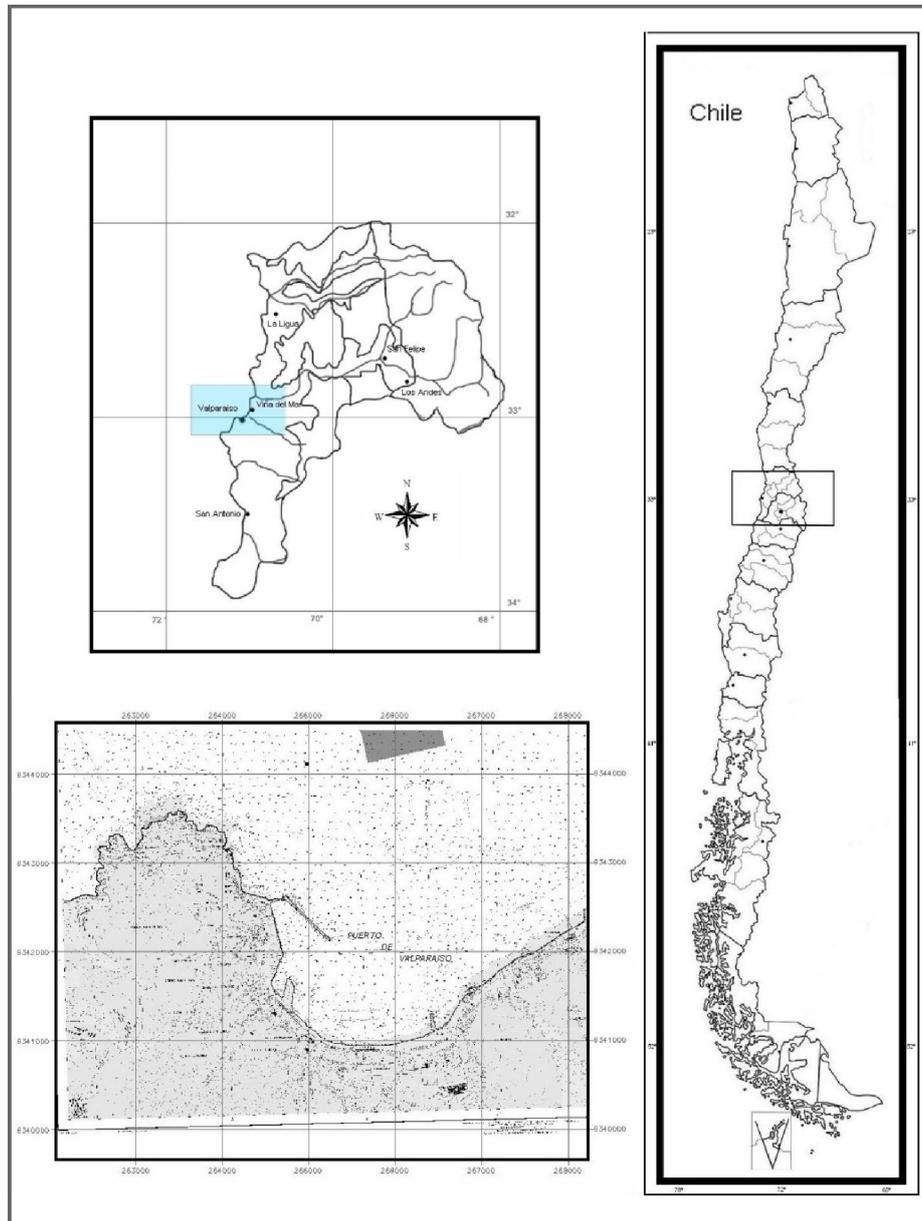
Durante la época estival es factible apreciar vientos típicos del tercer cuadrante, con vientos persistentes del SW (32%), cuyas intensidades fluctúan entre calma absoluta (23%) y los 4.5 m·s-1 (2%), con máximos de 12 m·s-1 de bajas incidencias (<1%). El promedio anual del viento bordea los 2 m·s-1 (49%). A diferencia de lo que se presenta durante el invierno donde se aprecian vientos del cuarto cuadrante, estos son persistentes y provienen generalmente desde N-NW (4%), típicos de los períodos de temporal, los cuales pueden alcanzar valores en promedio entre 20 y 30 m·s-1 (Anuario Meteorológico de Chile, 1963-1985). Sin embargo, aún cuando la circulación no parece estar afectada mayormente por la variabilidad estacional, la presencia de estas fuertes ráfagas de viento generarían

---

<sup>1</sup> El metro por segundo (símbolo: *m/s*) es una unidad derivada del Sistema internacional de unidades tanto para rapidez, como para el módulo de la velocidad. Se define por la [distancia](#) (en [metros](#)) dividida por el [tiempo](#) (en [segundos](#)).

<sup>2</sup> También conocidas como mareas vivas, fase de grandes mareas que se produce cuando el Sol y la Luna se hallan en línea recta con la Tierra (en luna nueva o luna llena).

una acumulación de agua, mediante corrientes superficiales en dirección a la costa, y por compensación en la zona subsuperficial la dirección sería contraria a la de la superficie (I.H.A., 1984).

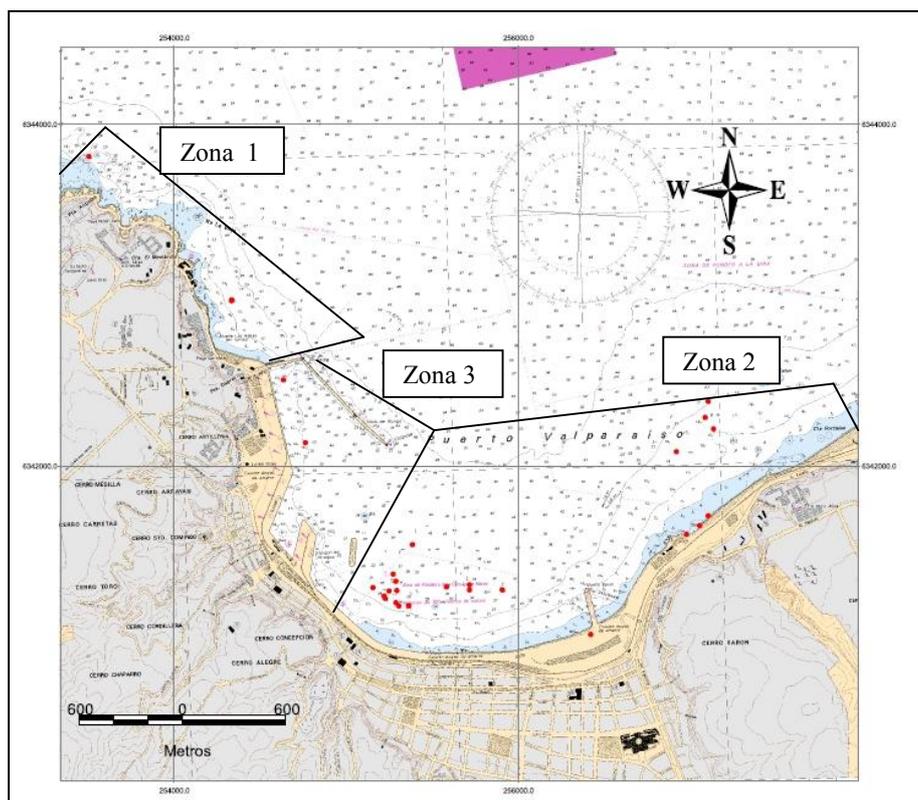


**Figura N°1. Ubicación de la bahía de Valparaíso.**

La mayor parte de la franja costera presenta una preponderancia de sedimentos del tipo arena fina a limo grueso, altamente enriquecida de material orgánico, algunas rocas y todo el resto de la bahía compuesta de fango arenoso (Stuardo *et al.*, 1981). Esta composición granulométrica puede verse afectada estacionalmente por las corrientes de fondo en la zona; es así como en los meses de invierno se aprecia en la franja costera la presencia de partículas de mayor tamaño como sedimentos del tipo arena gruesa a muy gruesa proveniente del material dragado desde las playas mediante los frentes de mal tiempo (Komar, 1998). A esto hay que agregar el gran aporte sedimentario proveniente de la misma ciudad en épocas de temporal, si bien durante el año recibe aportes intermitentes, es en este período donde se acrecientan las corridas provenientes de las aguas lluvias, que descienden libremente desde los cerros, arrastrando gran cantidad de basura y desechos que van directamente hacia el mar.

#### **b) Panorama arqueológico subacuático de la bahía de Valparaíso.**

De acuerdo a las últimas investigaciones que se han realizado en la bahía desde el año 2001, se han podido constatar un total de 31 sitios arqueológicos sumergidos, que en su mayoría corresponden a embarcaciones de finales del siglo XIX y XX (Chapanoff y Carabias, 2004). En esta área se han podido establecer al menos 3 zonas de concentración de sitios, las cuales se encuentran básicamente definidas en base a la exposición a los vientos del norte, que en épocas invernales son los que en su mayoría provocan eventos catastróficos de hundimiento (Figura N°2).



**Figura N°2. Distribución de los Sitios Arqueológicos (en color rojo) y zonas delimitadas al interior de la bahía de Valparaíso.**

La zona 1 corresponde al sector que se ubica entre el cementerio de Playa Ancha y el molo de abrigo, es el que presenta la mayor exposición al viento norte y entre sus características cuenta con al menos 2 sectores de bajos o rocas sobresalientes, conocidos como “la baja” y roca “el buey”, que causaron estragos en los navegantes del siglo XVIII y XIX (Carabias y Chapanoff, en prensa). En este lugar los registros avalan un sector de alta hidrodinámica, lo que se condice con la escasa integridad y alta dispersión de los restos arqueológicos sumergidos.

La zona 2 abarca desde el dique flotante (Sociver) hasta el Cerro Castillo; ésta se caracteriza por un régimen semi-directo de los vientos del norte, protegido en cierta manera por la formación de la bahía que permite una circulación hacia el oeste que minimiza el impacto directo, lo que se reflejaría en la cierta integridad de los restos presentes; además es importante resaltar que no hay ningún tipo de escollo o formación rocosa de riesgo para la navegación. En este sector el registro

arqueológico arroja la mayor concentración de sitios, muchos de los cuales tienen relación al antiguo uso de esa parte de la bahía como aparcadero de embarcaciones relacionadas con el comercio.

La zona 3 corresponde al sector ubicado al interior de la Dársena, la cual se encuentra protegida por el molo de abrigo; esto genera una baja o nula incidencia de los vientos del norte, una circulación leve de corrientes erráticas y una suspensión constante de los sedimentos que allí se encuentran. Es importante recalcar que sólo se ha podido tener acceso esporádico a ella en los últimos 4 años a raíz de trabajos solicitados por la empresa portuaria (Terminal Portuario Sur). Producto de estas labores a cargo de Arka S.A. (Arka, 2006b; Arka, 2009), se han podido ubicar y reconocer dos sitios que tienen una particular relevancia, ser las embarcaciones más antiguas (las dataciones relativas las ubican entre los años 1840-1880) de las que se puede tener conocimiento hasta este momento al interior de la bahía de Valparaíso. Es importante destacar que entre estos hallazgos se encuentra nuestro objeto de estudio, el sitio denominado “S3PV”.

Al referirse a los tipos de sitios, encontramos que la mayoría mantienen una coherencia que permite establecer su condición de “pecios” o embarcaciones naufragadas, sólo escapan de esta norma dos sectores de concentración de materiales (ubicados en la Zona 1), donde la alta dispersión y la baja representación de partes estructurales no permiten establecer si se trata de una o más embarcaciones, puesto que sólo existen elementos de lo que posiblemente eran las cargas que transportaban (loza, vidrio y textiles) y que preliminarmente corresponderían a elementos que caracterizaban la vida de los chilenos entre los siglos XIX y XX (Carabias *Com. Pers.*).

En términos de sustrato donde se localizan la mayoría de los sitios, corresponden a fondos compuestos por fango y arena, y unos pocos en fondos de rocas, arena y conchilla, entre las que destaca la *Turritella Cingulata*, como especie dominante (Stuardo *et. al.*1981:173). Las profundidades en que se encuentran los sitios

oscilan entre los 37 M.B.N.M<sup>3</sup> y los 0 M.B.N.M., cuando se trata de embarcaciones que están expuestas la mayor parte del tiempo o a medias aguas. En términos de tamaños las embarcaciones fluctúan entre los 100 y los 10 metros de eslora o largo, y entre los 40 y los 3 metros de manga o ancho. Se trata mayormente de naves relacionadas con el transporte de cargas, remolcadores y chatas o pequeños botes encargados del transporte de pasajeros entre los navíos y el puerto de Valparaíso.

Según las características constructivas de las embarcaciones podemos extraer que se trata mayormente de cascos metálicos, patrón masificado en el siglo XX, a excepción de dos sitios, dentro de los cuales se encuentra nuestro caso de estudio (S3PV), que corresponde a un tipo de embarcación perteneciente al siglo XIX, en la que se utilizó la madera como materia prima para su construcción y considera partes metálicas únicamente como medidas de protección para el casco con el efecto de minimizar el deterioro producido por las colonias incrustantes y perforantes que habitan los océanos (Bastida *et. al*, 2002; Bastida *et. al*, 2003; Bastida *et. Al*, 2004).

Si bien sólo en algunos casos se ha podido determinar a qué tipo de embarcación corresponden cada uno de estos hallazgos, el equipo de investigación del proyecto Valparaíso Sumergido<sup>4</sup>, ha establecido parámetros mínimos de registro para cada uno de ellos; estos han considerado variables como la ubicación (coordenadas obtenidas por Dgps), tipo de sitio, categoría, tipo de fondo, eje de la embarcación, orientación, profundidades, largo y ancho, material constructivo, integridad, materialidad superficial y ,por último, una placa identificatoria. Esto se ha realizado para poder obtener a futuro un conocimiento más acabado de los sitios a través de la comparación con las fuentes documentales existentes y su

---

<sup>3</sup> Metros bajo el nivel medio del mar.

<sup>4</sup> La Universidad del Mar a través de su Centro de Ciencias y Ecología Aplicada (CEA) elaboró el *Proyecto Valparaíso Sumergido. Evaluación del Patrimonio Cultural Subacuático de la Bahía de Valparaíso* (Carabias y Chapanoff, 2002). Los resultados de esta investigación arrojaron un número cercano a las 80 anomalías, de las cuales hasta el momento solo 31 han recibido la categoría de sitio arqueológico, una vez comprobado in situ, mediante la inspección y registro por arqueólogos buzos. Se realizó una ficha descriptiva para cada uno de los hallazgos y se implementó un sistema de señalética la cual consistió en la aplicación de placas de acrílico con la inscripción correspondiente para cada pecio.

asociación en términos del lugar donde se produjeron los naufragios, los patrones de naufragio observados, la materialidad utilizada, además del tipo y la forma de construcción de las embarcaciones, entre otros.

En términos culturales es necesario recalcar la importancia que ha tenido el puerto de Valparaíso como núcleo de interacción de la actividad marítima en la historia de nuestro país. En este sentido, el hecho que durante la segunda mitad del siglo XIX la ciudad haya cumplido un rol importantísimo en el contexto de rutas marítimas y circuitos de intercambio comercial interoceánicos en el Pacífico Sur, ofrece a la investigación un caso de estudio excepcional sobre los procesos culturales allí presentes y nos da luces sobre el uso y ocupación del espacio a través del tiempo (Chapanoff, 2007). Para este mismo autor, que utiliza el término “maritorio” para designar el paisaje cultural marítimo (Chapanoff, 2003), todos los cambios y transformaciones físicas del borde costero durante la segunda mitad del siglo XIX obedecen a una modificación substancial en los modos de representación ideológica acerca del paisaje cultural, hecho que se relaciona con los procesos históricos de integración de Chile a un sistema - mundo económico capitalista (Wallerstein, 1998).

Por lo tanto, desde el punto de vista de la formación de este espacio, se ha podido observar en la literatura existente que el acelerado desarrollo portuario y urbano de la ciudad de Valparaíso, producto de la progresiva integración a los circuitos comerciales y financieros, dotó tardíamente de una infraestructura portuaria adecuada a los requerimientos del intenso tráfico marítimo, que se concretó solo a fines del siglo XIX y comienzos del siglo XX (Figari, 2001; Hernández, 1926; Fagalde, 1903; Patillo Bergen, 1989). Este hecho generó un sinnúmero de accidentes y naufragios, los cuales quedan en evidencia al revisar las fuentes documentales, encontrando pecios que datan desde el siglo XVI hasta nuestros tiempos, y donde también se han identificado diversos patrones de naufragios, que poseen características particulares y diferenciadas. (Carabias y Chapanoff, 2007; Chapanoff y Carabias, 2004). Desde este punto de vista, toman mucha

importancia los trabajos realizados en torno a la generación de catastros de naufragios a lo largo de nuestra historia, los que permiten generar una idea de la gran magnitud de eventos que se han producido en nuestra larga franja de costa (Vidal Gormaz, 1901; Vargas Sáez, 2000).

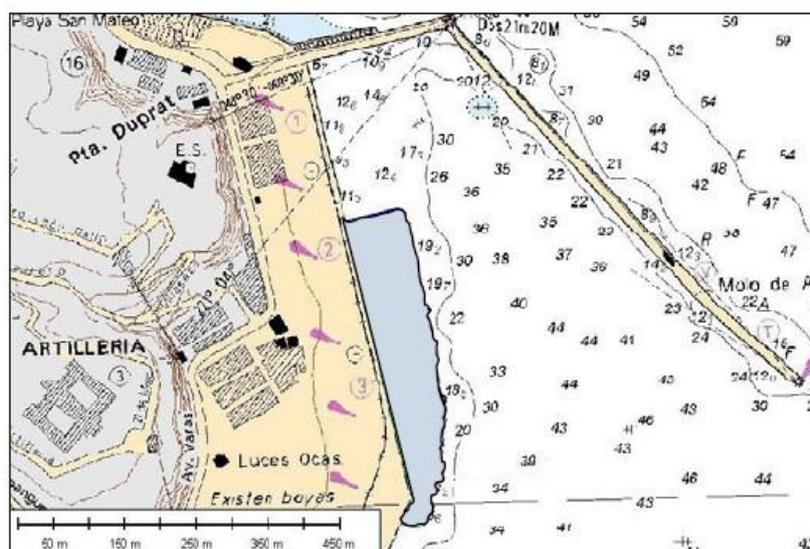
Por otro lado, Carabias (2006), plantea que las condiciones fisiográficas y meteorológicas desfavorables, la falta de infraestructura, la utilización de tecnologías atrasadas, la desplanificación y desorganización para prever y enfrentar fenómenos naturales adversos, dieron origen a formas culturales particulares de actividad e interacción social, económicas, productivas y comerciales. “Estas prácticas o estrategias de intervención del entorno marino quedan en evidencia al comprobarse la sostenida reutilización de cascos de naves lanzadas a la costa durante temporales, para ser usadas como estructuras para la contención de material de relleno en la expansión del borde costero de la ciudad, la que tuvo lugar en forma particularmente acelerada durante la segunda mitad del siglo XIX” (Carabias, 2006:7).

Desde el punto de vista arqueológico, esto queda en evidencia, al constatarse en excavaciones realizadas en la plaza Sotomayor la utilización de restos de buques varados como estructura de soporte para la construcción de muelles y el avance del borde costero durante el siglo XIX (Didier, 2004; Didier y Riveros, 2004; Riveros *et al.* 2004).

De esta forma vemos que si bien los trabajos documentales y el proyecto Valparaíso sumergido han entregado un primer panorama, aún falta por conocer y desarrollar en Chile la arqueología subacuática, y uno de sus aspectos poco explorado, como son los Procesos de Formación de Sitio, el cual es el objeto de estudio de esta memoria.

### c) Sector Dársena (Zona 3): Emplazamiento de nuestro objeto de estudio

A continuación se procede a describir el sector donde está ubicado el sitio arqueológico S3PV, la llamada Dársena o posa de abrigo de Valparaíso, que corresponde a la parte resguardada de manera artificial para el surgidero o fácil carga y descarga de las embarcaciones (Figura N°3). Este es un punto importante dentro de la bahía, pues concentra el mayor número de tránsito de embarcaciones de gran tamaño, que día a día utilizan este lugar para desarrollar sus labores. Se extiende desde la punta Duprat unos 200 mts. hacia el NE, coordenadas E: 254747 y N: 6342630 (WGS84) y aproximadamente unos 700 mts. en dirección SO, coordenadas E: 255241 y N: 6342127 (WGS84). En este lugar se desarrolla la mayoría de faenas correspondientes a las naves de la armada Chilena, y se encuentra reservado para estos mismo. El muelle de atraque ubicado hacia el oeste, lugar donde se encuentra el sitio S3PV, está dedicado principalmente a las labores de carga y descarga de buques mercantes, siendo a veces utilizado como muelle para las embarcaciones transoceánicas de transportes de pasajeros.



**Figura N°3. Área de dragado (en gris) contemplada en el Proyecto de Profundización de los sitios 2 y 3 del Puerto Valparaíso (Carta SHOA 5111).**

En términos generales existe poca información de trabajos científicos que hayan realizados estudios al interior de la poza de abrigo. La información mayormente proviene de proyectos ambientales relacionados con el tema del dragado (Leighton, G. y J. Salcedo, 2003; Silob Chile, 2004; Aquambiente, 2005). En este sentido se puede extraer que la creación de un muro artificial ofrece inmejorables condiciones para el abrigo de las embarcaciones, lo cual se traduce en una baja incidencia de las corrientes superficiales, mayoritariamente erráticas; un oleaje muy moderado e índices de sedimentación bastante lentos producto de la baja dispersión. El mayor aporte de sedimentos corresponde a los caudales de aguas lluvias que desembocan en la poza, los cuales se ven aumentados mayoritariamente en épocas invernales. A esto hay que agregar la fuerte intervención antrópica que se produce por el movimiento de embarcaciones en la zona y el constante avance del borde costero en dirección al mar.

En términos de composición del fondo, la franja costera presenta una preponderancia de sedimentos del tipo arenas finas a limo grueso, altamente enriquecidas de material orgánico y algunas rocas, (Stuardo *et al.*, 1981). Se puede además agregar el alto índice de basuras domésticas, restos de desechos modernos y un abundante número de huesos animales faenados.

En relación a las especies existentes en la poza, no hay un gran número ni variabilidad, pero aún así es posible observar organismos bentónicos al interior del sustrato "*los muestreos biológicos más recientes han revelado comunidades conformadas fundamentalmente por Mollusca (99%) y Annelida (1%), siendo la Turritella cingulata, la especie dominante, frecuentemente presente en ambientes contaminados con materia orgánica*" (Arka consultores, 2006b: 26). Se aprecia además que hay una gran cantidad de elementos fuertemente sedimentados y cubiertos por organismos incrustantes y perforadores.

Finalmente, y de modo operativo hemos adecuado una tabla de parámetros de Grosso (2006), a la realidad de la bahía de Valparaíso, pues consideramos que la

problemática del estudio de procesos de formación sitios de naufragio, requiere una estandarización de datos a modo de establecer comparativas, que nos pueden ayudar a comprender en términos ambientales que tipo de factores pueden afectar un sitio determinado (Tabla N°1).

PARAMETROS	VALORES
Temperatura del agua	11° C (menor), 14,5° (máxima) y 11,5°C (promedio)
Salinidad	34.5 psu (media anual)
Amplitud de mareas	100 Cms. (promedio)
Amplitud de olas	76 Cms. ( vientos del SW.) puede aumentar al doble en época invernal, con vientos del N.
Corrientes	4 a 14 m·s-1 aumenta al doble en época de sicigias.
Visibilidad	10 (invierno) a 5 Mts.( verano)
Contenido de oxígeno del agua	5.0 a 6.0 ml·L <sup>-1</sup>
Ph del agua	No pudo ser determinado
Composición del sedimento	Dominancia de sedimentos del tipo arena fina a limo grueso.
Potencial Redox	No pudo ser determinado
Inclinación del fondo	11° a 14° (máximo)

**Tabla N°1. Principales parámetros ambientales para la bahía de Valparaíso.**

Las características que podemos observar en la tabla N°2, si bien corresponden a la bahía de Valparaíso, no son exactamente las mismas que podemos encontrar en la dársena, debido a que la construcción del molo de abrigo en el año 1930 (Calderón, 2001) ha modificado notablemente algunos elementos como las corrientes y la amplitud del oleaje. Aún así podemos considerar que la mayoría de los aspectos se mantienen y proveen un corpus significativo de datos al momento de intentar establecer comparaciones con otras zonas que posean similares condiciones ambientales.

#### **d) Sitio Arqueológico S3PV.**

La información relacionada con el descubrimiento del sitio arqueológico está bajo el contexto de trabajos de dragados solicitados a Arka Consultores S.A.<sup>5</sup> a fines del año 2005 por la empresa (TPS) concesionaria del Terminal N° 1 de Puerto Valparaíso. Esta iniciativa de inversión consiste en el aumento de la cota del calado histórico operacional de los Sitios 2 y 3, ubicados al interior de la dársena o puerto artificial, con el objetivo de mejorar su capacidad para la atención de una mayor diversidad de naves. Estos sitios *“forman parte del primer frente de atraque y se disponen en la línea de malecones que se desprende del arranque del molo de abrigo punta Duprat hacia el Sur, presentan en conjunto una longitud de 400 m y su profundidad actual es de – 12 m. La extracción de sedimento del fondo marino fue realizada mediante técnicas de dragado y la profundidad máxima a dragar se halla determinada por la cota de los – 15 m.”* (Arka Consultores, 2006b:10).

El área de trabajo de los dragados por lo tanto comprendía los sitios de atraque del puerto números 2 y 3 en toda su extensión (aproximadamente entre las bitas 9 y 23), un total de 400 m. de longitud, por un ancho máximo de 80 m. desde el frente de atraque (Figura N°3). La ubicación del sitio S3PV, al interior de la poza de abrigo, se encuentra delimitado por dos sectores de concentración de material, un sector NW y otro SW. Las coordenadas se pueden apreciar en la tabla N°2.

<b>Sector</b>	<b>Coordenadas N</b>	<b>Coordenadas E</b>	<b>Precisión Horiz.</b>	<b>Datum</b>
NW S3PV	6.342.026,881	254.737,490	±1,7 m	WGS 84
SW S3PV	6.341.984,723	254.744,296	± 1,2 m	WGS 84

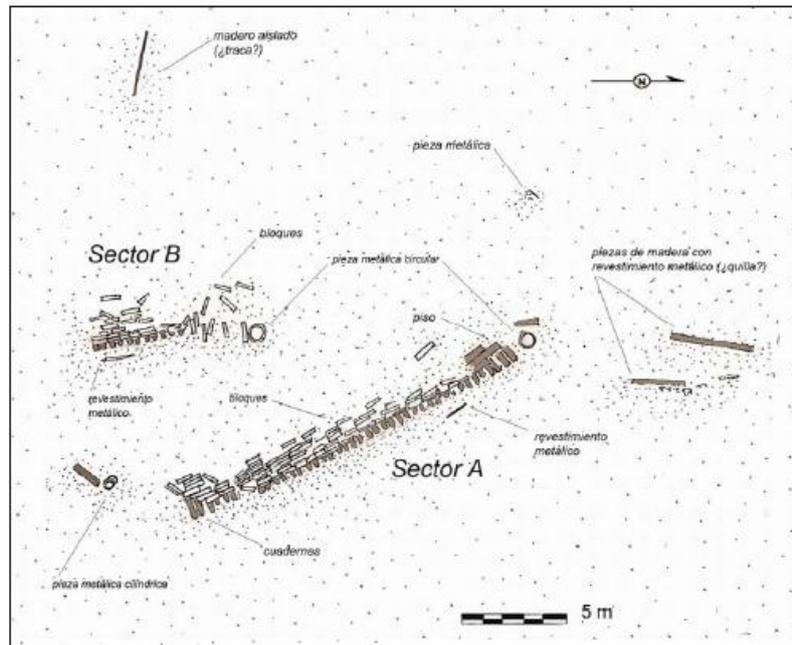
**Tabla N°2. Ubicación del sitio S3PV dividida en sectores de concentración de material.**

<sup>5</sup> A través del proyecto “Dragado de Profundización Sitios 2 y 3 – Puerto Valparaíso”, fue la encargada de realizar las prospecciones arqueológicas en la zona, y durante estas labores se determinó la presencia del hallazgo.

La georreferenciación del sitio, se realizó a través del trabajo con DGPS, esto quiere decir que una vez tomado los datos con la estación de trabajo (Geoexplorer XM) se procede a hacer una corrección de estos mismos, utilizando una fuente secundaria que recoge datos cada cierto intervalo de tiempo, posibilitando una precisión bastante alta en la ubicación del sitio. Según los datos obtenidos por los investigadores (Arka Consultores, 2006b), las concentraciones de material tienen diferencias en cuanto a la distancia del frente de atraque, el sector NW presenta una distancia de 43,9 mts., mientras que el sector SW se encuentra a 35,8 mts. del muelle. De esta manera queda expuesta la extrema cercanía que posee el hallazgo arqueológico con respecto al frente donde se desempeñan las tareas de carga y descarga antes señalada.

El sitio S3PV corresponde a los restos de un pecio o sitio arqueológico de naufragio, que se presenta como la parte inferior del casco de una embarcación de madera con presencia de un cargamento de bloques metálicos in situ, formando un depósito arqueológico primario y continuo. *La dimensión total del sitio es de aproximadamente 467 m<sup>2</sup>. De esta superficie, un área de 396 m<sup>2</sup> corresponde a depósitos arqueológicos estratificados y material cultural superficial y el resto (71 m<sup>2</sup>) corresponde exclusivamente a material arqueológico disperso depositado en superficie*". (Arka Consultores, 2006b: 9).

Por otra parte podemos apreciar que las evidencias en superficie exhiben una distribución discontinua, formada por dos sectores principales de estructuras bien conservadas, A y B, y otros restos estructurales dispersos en los extremos N y SW del sitio (Figura N°4). En relación a los depósitos arqueológicos podemos decir que *"alcanzan una potencia promedio superior a 50 cms, una potencia máxima superior a 130 cms. y las estructuras en superficie sobresalen 30 cms. del fondo, tanto en la superficie como en los depósitos estratificados se advierte la presencia de un conjunto artefactual diverso y bien conservado"* (Arka Consultores, 2006b:9).



**Figura N°4. Croquis de planta del Sitio S3PV (Arka Consultores, 2006b).**

De acuerdo a las descripciones podemos decir que el Sector A presenta una estructura formada por al menos 25 pares cuadernas<sup>6</sup> de al menos 30 cms. de ancho, bastante deterioradas por la acción de organismos perforantes. Sobre estas cuadernas se observa lo que podría corresponder al forro interior del buque, sobre la cual están depositados los bloques metálicos anteriormente mencionados. También es posible consignar en este sector los restos sedimentados del revestimiento metálico que cubría el casco, el cual se proyecta sobre la superficie del fondo marino.

Por otro lado, el Sector B estaría conformado por un depósito de estructuras bastante similar al del otro sector, pero de extensión menor (aprox. 8 m. de largo), en los cuales también se pueden observar restos de los que sería las cuadernas y el forro interior de la embarcación. En este sector se pueden apreciar partes del revestimiento de cobre que cubría el casco, al parecer aún en posición sobre el forro externo.

<sup>6</sup> El término hace referencia a las costillas de madera u otro material que van desde babor a estribor y estructuran el casco de un navío.

De acuerdo a sus características de construcción y materiales observados el sitio S3PV correspondería a los restos de una nave militar fabricada en Europa en la segunda mitad del siglo XIX (barca transporte *El Infatigable*, 1855), y que el gobierno de Chile habría adquirido para realizar labores de transporte de personal y mercancías dentro del país (Carabias, *com. pers.*).

Según los análisis preliminares presentados por el equipo investigador (Arka Consultores, 2006b) el conjunto artefactual se trataría mayormente de artículos de exportación o bienes de consumo producidos en Gran Bretaña y que según las fuentes tendrían como destino abastecer a las colonias del sur de nuestro país durante el siglo XIX. También es posible apreciar dentro del conjunto artefactual elementos propios de la vida en alta mar y la cultura material del país de origen (como utensilios de cocina, loza y pipas, con inscripciones personales y dibujos).

Un punto no menor al momento de tratar de entender la distribución de los restos observables en el fondo marino, tiene que ver con la situación de hundimiento del barco. Según los relatos (Memoria de Marina, 1855) la barca transporte *El Infatigable* habría sufrido una explosión de lo que se denominaba la “Santa Bárbara”, un lugar destinado para guardar la pólvora, lo que habría generado la destrucción inmediata y por completo de la popa o parte posterior de la nave, con su rápido hundimiento como resultado. Siguiendo esta idea se puede inferir que la distribución, tanto estructural como artefactual, no correspondería al de un naufragio más pausado, con la consecuente extracción por parte de la tripulación de elementos considerados importantes para la época, sino más bien a una rápida depositación de restos altamente desorganizados y asociados de manera absurda.

En este contexto el sitio presenta características notables en cuanto a su importancia tanto científica como patrimonial, pues por un lado exhibe una cantidad considerable de elementos bien conservados que dan cuenta de la vida y las actividades comerciales realizadas en el siglo XIX, y por otro, no existen

registros previos para la bahía de Valparaíso de embarcaciones sumergidas que presenten cascos contruidos únicamente de madera.

Por sobre lo anterior, hemos de mencionar que la zona del hallazgo tiene un alto tráfico marino. Al encontrarse al interior de la poza de abrigo, el intenso movimiento de cargas y transporte de navíos de gran tamaño dificulta el trabajo arqueológico, tanto por temas logísticos como de seguridad personal, y además imposibilita la prolongación de proyectos científicos en el tiempo. En este sentido resulta imperioso realizar una consignación del estado actual de los procesos de formación de sitio, pues como se planteó anteriormente, quizás no exista otra instancia como ésta, considerando además la relevancia del sitio por los atributos antes mencionados.

A su vez, la conservación del sitio se transforma en un punto crítico, puesto que a los procesos naturales de transformación de los elementos sumergidos se le suma el componente antrópico, mayoritariamente generado por el movimiento de las grandes hélices de los barcos que atracan al muelle, el arrastre de anclas por parte de los remolcadores de la zona que ayudan en las labores y los dragados que se realizan contiguo al sitio. Un tema interesante en cuanto a la zona del hallazgo, es que la parte del muelle de atraque que se utiliza actualmente para labores de carga y descarga de productos es, como lo plantean los autores Chapanoff y Carabias (2004), un punto de concentración de eventos, por lo tanto es un espacio que sin lugar a dudas guarda mucha información que esperamos ir dilucidando en el tiempo.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### a) Procesos de Formación de Sitio

El concepto de proceso de formación de sitio ha sido descrito por Schiffer (1987) principalmente como un modelo que trabaja con 2 problemas arqueológicos; 1) como los materiales pasan de un contexto sistémico, en el que son parte de un modelo de comportamiento humano, a un contexto arqueológico; 2) que pasa con los materiales y su relación espacial entre el tiempo en que son depositados y el tiempo en que son recuperados por el arqueólogo.

Entendemos el contexto sistémico como la fase dinámica de la formación del registro, en la cual un elemento que forma parte del sistema de comportamiento atraviesa cinco procesos que van desde la obtención, manufactura, uso, mantenimiento hasta el descarte (Schiffer, 1972: 158). Este elemento puede ser afectado por dos procesos en cualquiera de sus etapas antes mencionadas, como lo son el transporte y almacenamiento. Si bien podría parecer un modelo lineal, esto muchas veces no ocurre pues los elementos no son descartados directamente, es en este momento donde aparecen dos procesos nuevos el reciclaje y el reciclaje lateral.

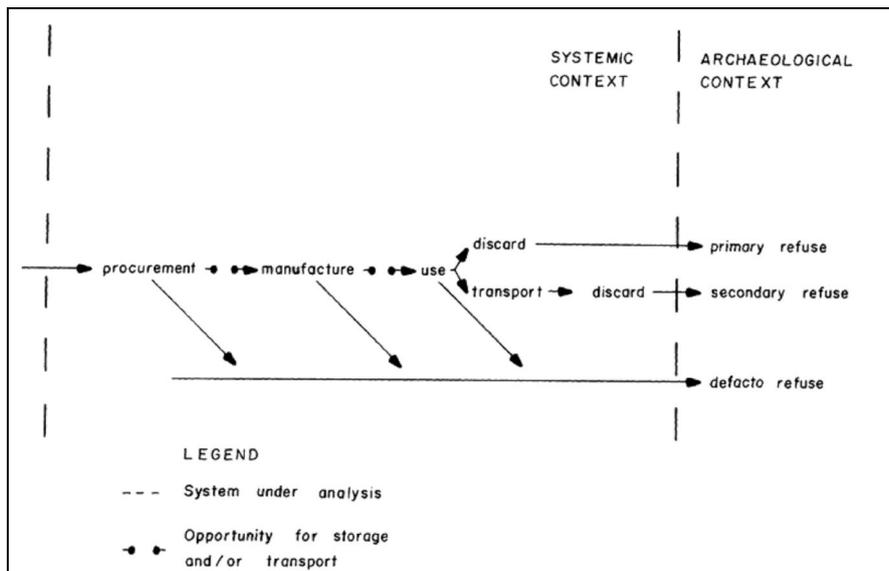
El contexto arqueológico por su lado describe los materiales que han sido parte de un sistema cultural y los cuales ahora son objeto de investigación por parte de los arqueólogos. Este comprende tres tipos de desechos o depósitos que se generan a partir del contexto dinámico, estos son: desechos primarios, secundarios y de facto (Schiffer, 1972:161). Si bien puede parecer un contexto estático, dista de ello pues en su formación intervienen los procesos culturales por un lado, y por otro, actúan de sobremanera los procesos naturales de formación del registro, que ejercen grandes modificaciones y tienen claras implicancias en lo que el investigador puede observar (Figura N°5).

Para poder trabajar con esta teoría es necesario tener en cuenta los dos tipos de transformaciones del registro arqueológico:

*“las transformaciones culturales, que describen el proceso de formación cultural del registro arqueológico, pues permiten relacionar variables que pertenecen al comportamiento y las propiedades organizacionales del sistema sociocultural con variables que describen aspectos de los productos arqueológicos de ese sistema. Y las transformaciones naturales, que corresponden a las leyes de procesos de formación no culturales, pues especifican la interacción entre los materiales depositados culturalmente y las variables del ambiente en el cual estos materiales fueron depositados”.* (Schiffer, 1975:838).

Las transformaciones culturales implican actividades como el descarte de herramientas desgastadas y desperdicios, enterratorios y el abandono de objetos aún utilizables, como cuando se requiere dejar un sitio. Por lo tanto son las que transforman los materiales desde el contexto sistémico al arqueológico.

Las transformaciones naturales implican actividades de erosión del ambiente, tales como el viento, el agua, las depositaciones aluviales, la intervención de roedores, entre otras, las cuales actúan sobre los depósitos de materiales culturales, generando transformaciones en ellos. Estas transformaciones naturales, muchas veces pueden llegar al punto de producir grandes disturbaciones a nivel distribucional del registro arqueológico, generando contextos totalmente distintos a los originales, e inclusive pueden borrar cualquier evidencia cultural del pasado, dependiendo del grado en que interfieren. Es por esta razón que se hace necesario tener en cuenta los cambios del medio en que se insertan los sitios arqueológicos, en este sentido se debe intentar generar un registro de los posibles eventos naturales que afectan el contexto antes de empezar a elaborar hipótesis acerca de las asociaciones artefactuales que son observadas por el investigador.



**Figura N°5. Modelo utilizado por Schiffer (1972), explicando los diferentes contextos, así como los diferentes tipos de desechos.**

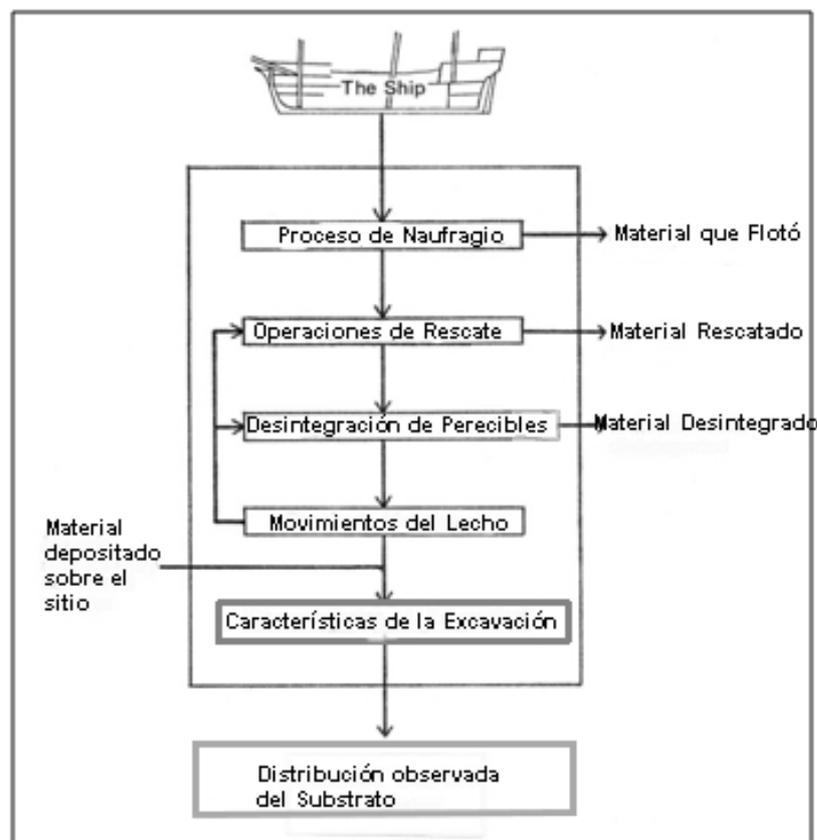
Si bien esta teoría es ampliamente usada en arqueología terrestre, también ha sido utilizada para comprender el registro arqueológico sumergido. La manera en cómo ha sido implementada ha tenido variaciones que van desde el uso de analogías terrestres para su aplicación en el agua, basándose directamente en los planteamientos de Schiffer (1987), hasta la generación de un cuerpo único de investigación dedicado a la comprensión de los procesos de formación de sitio en medios complejos como lo es el ambiente marino y toda la dinámica entre agentes que ello involucra (Ward, et al. 1999), aspecto que trataremos en el siguiente apartado.

### **b) Arqueología Marítima y Procesos de Formación de Sitios de Naufragios**

Uno de los primeros trabajos en arqueología marítima fue el de Muckelroy (1978). En ese texto se definió el concepto de embarcación, que según el autor puede ser comprendido como máquina, como elemento componente de un determinado sistema económico y militar, y como comunidad cerrada. Se enfatizó el concepto de proceso de formación de sitio a través de la confección de un modelo aplicado en el registro arqueológico sumergido que apuntaba al reconocimiento de los

procesos depositacionales y post-depositacionales que afectan a los naufragios. Para este autor, los naufragios representan “un evento mediante el cual un altamente organizado y dinámico conjunto de artefactos son transformados a un estado estático y desorganizado” (Muckelroy, 1978: 157).

El diagrama de la evolución de un naufragio realizado por Muckelroy (1976), demuestra los procesos generales de deterioro de un navío producto de las perturbaciones tanto culturales como naturales. Este modelo tenía por intención ser aplicable a todos los sitios de naufragios y describir los posibles cambios físicos que pueden modificar la evidencia arqueológica importante de un navío hundido y su carga asociada (Figura N°6).



**Figura N°6. Modelo de Procesos de Formación de Naufragio.**

**K. Muckelroy (1976: 282).**

A través del modelo de trabajo de Muckelroy (1978), que sentó las bases de lo que sería más tarde toda una disciplina, podemos observar que como punto fundamental para la comprensión del registro es necesario tener en consideración los factores culturales del proceso de naufragio, mediante una lectura acuciosa y crítica del material histórico disponible. A pesar de esto, los esfuerzos en los últimos años se han concentrado en el desarrollo de modelos y estudios cualitativos que permiten una mejor comprensión de los procesos depositacionales y postdepositacionales del registro arqueológico, y el rol de los agentes y factores mecánicos, químicos y biológicos que intervienen en ellos. (Ward *et al.* 1998; 1999; O'Shea, 2002).

Continuando con los modelos de trabajo, Gibbs (2006) es quien ha realizado el mayor aporte en términos de análisis de factores culturales en torno a la problemática de los naufragios. Este autor propone un modelo, que siguiendo las ideas de Muckelroy (1978), apunta al reconocimiento de la fase Pre-depositacional del naufragio, en la cual están mayormente involucrados los procesos culturales, o sea la toma de decisiones que determinarán en gran parte la manera en cómo serán presentados los restos al ojo del investigador. Aun así reconoce en su trabajo,

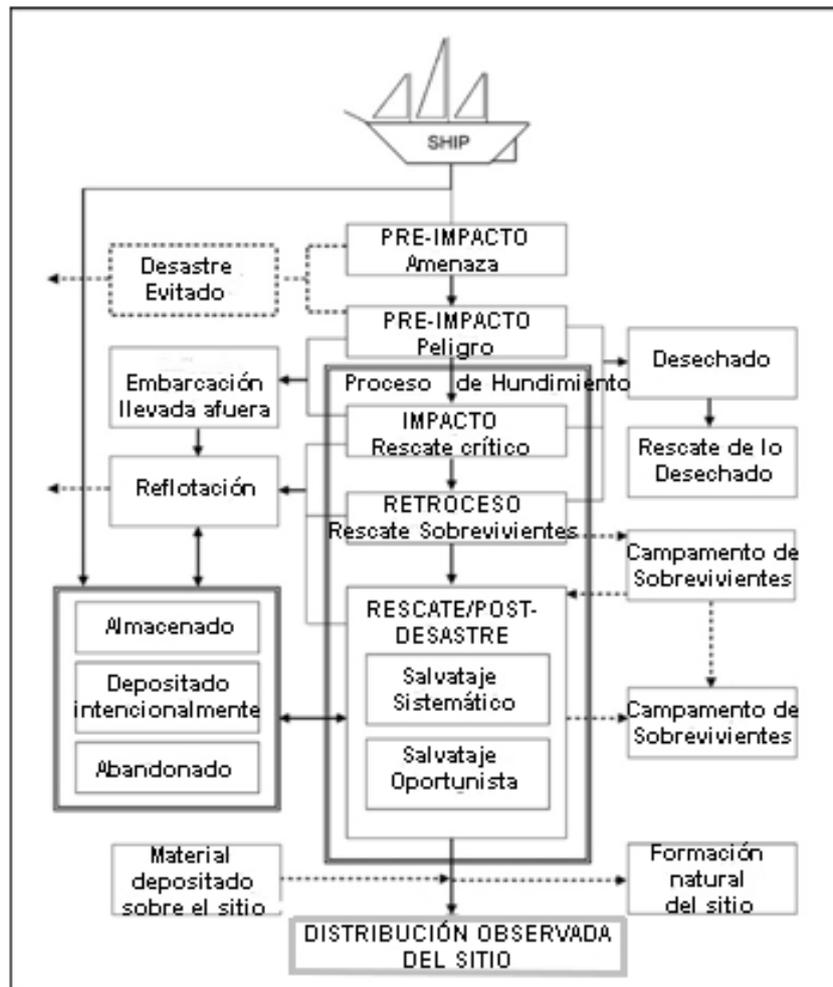
*“...que si bien el propósito es observar los procesos generalizados del comportamiento relacionado con el naufragio y el salvataje, más que la organización cultural, tecnológica y legal, o las capacidades de grupos específicos y épocas. Es mejor reconocer que aquellas estructuras si existieron.”* (Gibbs, 2006:15.).

Como se ve, se enfatiza considerar el comportamiento humano al momento del desastre y las relaciones en el tiempo entre la gente y los naufragios. Se utilizan registros históricos de personas involucradas en este tipo de catástrofes, para

poder caracterizar la actividad humana en fases al momento del incidente (Figura N°7).

De manera resumida se consideran las siguientes etapas: 1- *Amenaza de pre-impacto*, en la cual los tripulantes considerando el riesgo pueden evitar el evento, con el consecuente hecho de no naufragar. 2- *Peligro inminente de impacto*, en la cual se toman decisiones drásticas para evitar el desastre, lo que puede resultar en llevar a la embarcación a tierra, eliminar carga para poder maniobrar e incluso botar las anclas. 3- *Impacto*, en la cual se toma la decisión de abandonar la nave y los restos a bordo, e intentar reflotarla mas tarde. 4- *Post impacto*, los sobrevivientes se reagrupan y proceden al rescate de los bienes de la nave e intentar reparaciones. 5- *Rescate y post desastre*, donde se abandona por completo la nave e intervienen acciones de terceros para el rescate, saqueo y traslado de los restos, si estos son considerados una amenaza para la futura navegación.

La identificación de los procesos y su cuantificación, es un tema en debate, pues si bien hay concordancia en que dichos procesos generan huellas y deterioros en los materiales, la manera en como los percibimos son un claro punto en que los diversos autores divergen. Para Stewart (1999) este tema pasa necesariamente por entender cuáles son los factores que se han combinado de manera compleja para formar un sitio subacuático, los cuales pueden producir una mezcla o destrucción de materiales arqueológicos y la depositación de nuevos materiales. Según este autor es necesario revisar los factores principales que afectan la formación de distintos tipos de sitios arqueológicos sumergidos, y deben tenerse en cuenta al momento de generar un proyecto de investigación. Para la elaboración de su modelo de trabajo sigue el esquema de Schiffer (1987), e indica y analiza una serie de procesos depositacionales, determinando en cada caso las características del depósito resultante obviamente influido por el ambiente en que se depositan. Para el caso de un naufragio (ejemplo claro de depositación), se considera la depositación intencional, inundación y el descarte de desechos.



**Figura N°7. Modelo de trabajo utilizado por Gibbs (2006:16), poniendo énfasis en las transformaciones culturales que darían origen a los restos observados por el investigador.**

En cuanto a los procesos postdepositacionales, Stewart (1999), discute el potencial impacto de cada uno y sus posibles efectos, realizando sugerencias para poder identificar y dar cuenta de ellos. Hace una distinción entre naturales y culturales, los cuales se dan muchas veces en ambientes portuarios (reclamación, pesca, construcciones, desechos, dragados, corrientes, mareas, bioturbación y efectos de la gravedad, entre otros). Señala que si bien hay conocimiento de dichos eventos, es necesario deducir la compleja interacción entre unos y otros, a fin de comprender el sitio en cuestión. Pone énfasis en la acción biológica de los

organismos que habitan los ambientes acuáticos, dando como ejemplos la degradación de las piezas de madera producto de la acción de entidades perforantes y el desplazamiento de los materiales arqueológicos por el trabajo de diversos organismos marinos. Si bien sus casos de ejemplos son claros y sirvieron de manera determinante en esta investigación, el hecho de poder establecer la acción particular para cada caso de estudio aumenta la complejidad al momento de realizar discernimientos de este tipo.

Por otro lado, Ward *et al.* (1998) han implementado un modelo para entender la formación de un sitio a través de la diagramación de los procesos ambientales, que si bien dejan el componente cultural de lado, se enfocan profundamente en la medición de los cambios en los niveles de sedimentación. Critican la terminología utilizada hasta el momento para describir los procesos, argumentando la falta del contexto espacial y temporal en los análisis, así como a los procesos involucrados. Hacen una revisión de algunos conceptos de Muckelroy (“Removedores” y “Filtros”) y los consideran como parte de un enfoque que no distingue los atributos de un naufragio en relación al rango de procesos que intervienen a lo largo del tiempo, por lo tanto critican el modelo afirmando que apunta a descripciones más que a predicciones. Ponen énfasis en que los modelos elaborados deben ayudar a predecir las circunstancias de la formación del sitio, a través de parámetros que sean mensurables y testeables. Además plantean que los estudios de procesos si bien están limitados al contexto de excavación y recolección de materiales, también deben ser útiles para la evaluación y la toma de decisiones en relación a la conservación de los restos arqueológicos.

Como se había mencionado estos autores plantean un enfoque basado en la cuantificación de los procesos biológicos, físicos y químicos, que a su vez se debe relacionar con la historia depositacional del sitio. El proceso de sedimentación se considera como el factor determinante en la preservación de un naufragio, el cual depende también de las características sedimentarias e hidrodinámicas del sitio,

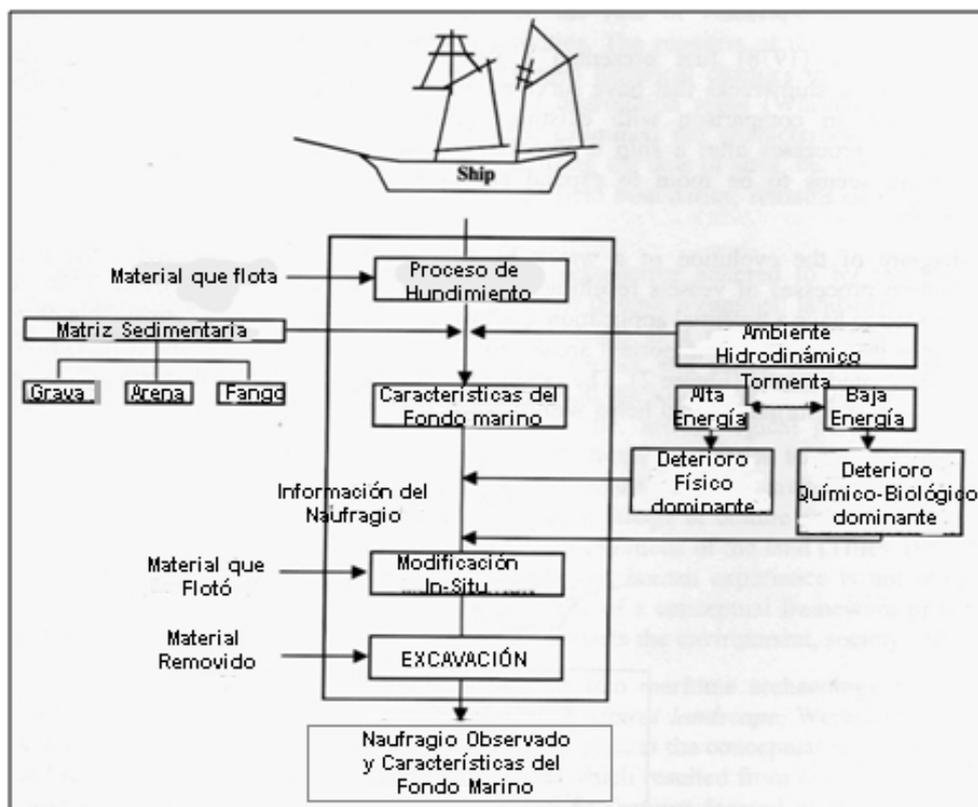
pues va a ser de naturaleza acumulativa o erosiva, y esto a la larga tendrá una implicancia directa en la conservación de los restos sumergidos. Este proceso queda claramente explicado en la tabla Número 3.

Un punto notable es la manera en cómo estos autores abordan la problemática, pues está basada en la complementariedad de disciplinas al incorporar equipos de medición y experimentaciones en laboratorio correspondientes a campos como la biología, física y química, que sin lugar a dudas proveen de un cuerpo mucho más completo al momento de intentar establecer hipótesis en relación a la forma en cómo afectan el registro arqueológico las transformaciones naturales presentes en el medio, y el grado de repercusión que tienen en torno a la integridad que es posible observar de los restos sumergidos.

<b>Sedimentación</b>	<b>Procesos Físicos</b>	<b>Procesos Biológicos</b>	<b>Procesos Químicos</b>
<i>Acumulación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación (grado de compactación del sedimento).</li> </ul>	Elevación de la capa bioestratigráfica sedimentaria dominada por bacterias sulfato/metano reductoras.	Condiciones Anóxicas (Cambio en el potencial redox).  Se reduce la corrosión.
<i>Erosión</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de la exposición a corrientes y oleaje (grado de dispersión).</li> <li>• Abrasión por el movimiento de partículas sedimentarias (perdida de volumen).</li> </ul>	Remoción de la capa bioestratigráfica dominada por bacterias oxidantes.	Condiciones Oxigenadas (cambio en el potencial redox).  Incremento de la corrosión (tasa de crecimiento de las concreciones).

**Tabla N°3. Algunos ejemplos de la influencia de la sedimentación relativa en los procesos físicos, químicos y biológicos (Ward et al., 1999).**

Como se puede apreciar son múltiples los factores que actúan en forma conjunta en el procesos de desintegración de un sitio sumergido, por lo tanto es de suma importancia poder entender y reconocer la dinámica de estos procesos. Estas modificaciones ocurren de manera constante dependiendo como se comporten las condiciones del medio en que se insertan, y la forma dinámica en que actúan tanto el agua, el sedimento como el sitio en si. En este sentido los autores (Ward, *et al.* 1999) han elaborado un modelo que siguiendo lo diagramado por Muckelroy busca poder medir las variables ambientales en el tiempo, para así poder obtener parámetros cuantificables que vayan en búsqueda de la predicción de algún tipo de comportamiento de los restos sumergidos (Figura N°8).



**Figura N°8. Modelo elaborado por Ward et al. 1998, que siguiendo las ideas de Muckelroy, intenta predecir el comportamiento de los restos en base a los parámetros ambientales del medio.**

Este modelo a diferencia de los anteriores prioriza las transformaciones naturales en desmedro de las culturales, siguiendo por un lado las características del sedimento en el que se inserta un naufragio y por otro las variables hidrodinámicas del medio, las cuales en conjunto van a determinar la manera en que se comportan los restos sumergidos y que son finalmente observados por el arqueólogo.

Como podemos apreciar en la revisión de las fuentes que han tratado la dinámica de los procesos de naufragio, hay diferentes enfoques para poder tratar con este tipo de problemáticas. Si bien la mayoría de modelos siguen la lógica establecida por K. Muckelroy (1976), cada uno ha puesto su objeto de observación en diversas variables, unas más cuantificables que otras, que a fin de cuentas van a permitir acceder desde distintos puntos de vista a un mismo problema. La manera en cómo afrontar este tipo de enfoques va a depender tanto de los recursos como de la información que se encuentre disponible a la hora de trabajar.

Un punto importante dentro de este marco referencial es la percepción que se tiene de los contextos arqueológicos que se encuentran sumergidos. Si bien es cierto que la mayoría de las teorías se enfocan en los naufragios como puntos de investigación, es necesario hacer notar la relevancia que tiene el medio en el cual se insertan. Es por esta razón que hemos realizado una breve reseña de la importancia que tiene este tipo de sitios y su particular forma en que pueden ser abordados, resaltando tanto la manera en que pueden ser conocidos como las cualidades que tiene el medio subacuático en cuanto a la conservación de los materiales. Desde este punto de vista es posible reconocer tanto las ventajas que tienen estos por sobre los que se encuentran en tierra así como las dificultades a las cuales se debe enfrentar el investigador al intentar abordar esta problemática.

En el presente es posible encontrar bajo el agua una gran cantidad de restos o vestigios de las actividades humanas tanto actuales como pasadas. Es que desde tiempos remotos los medios acuáticos han sido o formaron parte fundamental en

la articulación de las poblaciones, lo que se refleja en la gran cantidad de asentamientos que a través de la historia podemos encontrar en las proximidades de ríos, lagos, costas marinas, e incluso al interior de las aguas como lo son las construcciones en palafitos (Grosso 2006).

Este recurso, vital en la supervivencia del ser humano, ha sido utilizado como medio para la extracción de otros elementos necesarios (recolección de moluscos, pesca, aves) y también ha servido en la implementación de medios de transporte y comunicación (Embarcaciones). Incluso, se ha modificado el entorno para el aprovechamiento de este (Represas, embalses, acueductos), y ha sido parte fundamental en la obtención y comercio de objetos suntuarios (Conchas, Perlas, etc.)

Si bien existe una gran cantidad de sitios que pueden estar sumergidos, hay dos aspectos en torno a la evidencia arqueológica que podemos encontrar en este contexto, y que ofrecen un gran potencial para responder interrogantes acerca del pasado. Tenemos por un lado el hecho que bajo el agua es posible encontrar sitios que difícilmente pueden ser localizados en tierra. Como bien plantea Grosso (2006:10), algunos de estos ejemplos son:

- resultado de accidente, pérdida, depósito o descarte en un medio acuático (donde el ejemplo más claro es un barco hundido, pero también entra en esta categoría la basura, ofrendas, elementos portuarios, desechos de la pesca, etc.)
- construcciones realizadas directamente en el agua, las que no pueden ser estudiadas aplicando la metodología terrestre. En este sentido se pueden mencionar las represas, puentes, muelles, casas flotantes, diques, estructuras relacionadas con la pesca, etc.

- Las ocupaciones humanas que se localizaban en las líneas costeras que han quedado sumergidas por el efecto del ascenso de los niveles del mar o hundimiento del nivel de las plataformas costeras.

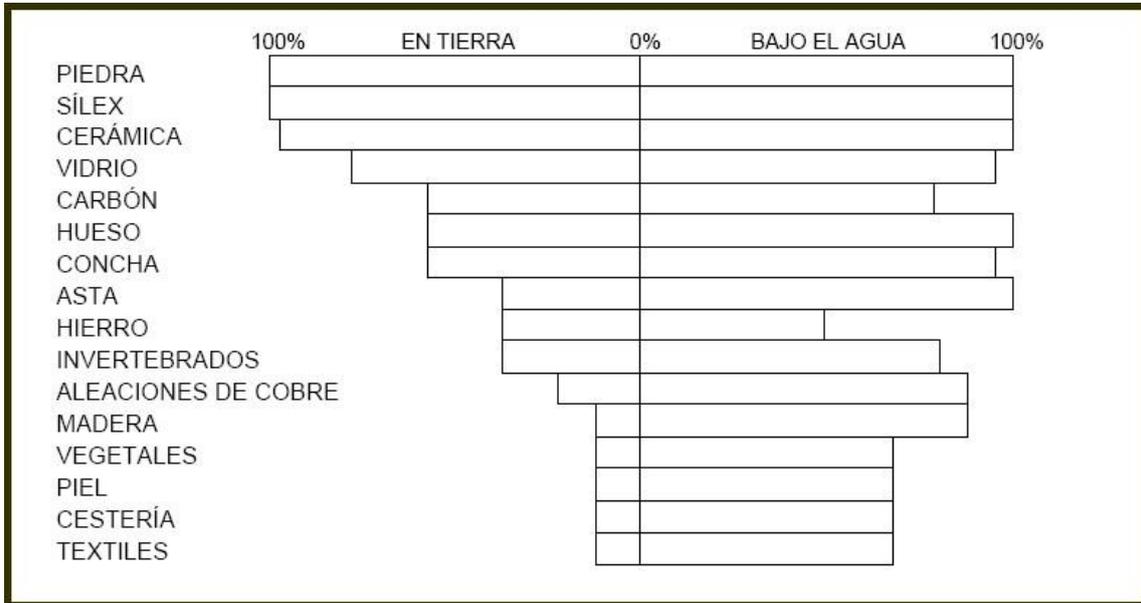
Por otro lado, las condiciones del medio en el cual se insertan los sitios subacuáticos, son extremadamente relevantes, ya que ofrecen una muy buena conservación de los materiales, lo cual se traduce en una ventaja incluso para aquellos sitios originados en contextos terrestres, al poder encontrar registros arqueológicos mucho más íntegros (Figura N°9).

Esto puede ser entendido o explicado por dos factores; la primera, y más determinante, tiene relación con lo inaccesible de este tipo de sitios, al quedar cubiertos de agua se restringe tanto el saqueo como la remoción de los restos, y se minimizan enormemente los deterioros atribuibles a la acción humana, hecho que se da en muchos sitios en tierra, con nefastas consecuencias.

El segundo factor que interviene tiene que ver con las características medio-ambientales del lugar en el cual se depositan los materiales y sus capacidades en torno a la conservación de elementos de origen orgánico. Como plantea Renfrew y Bahn (1993), este tipo de conservación sólo se puede encontrar en lugares que presentan condiciones de extrema humedad o que están anegados (como son las ciénagas, pantanos, hielos) o extrema aridez (como los desiertos.) Esta condición de Anoxia, como se conoce a la falta completa de oxígeno, es la que impide la proliferación de organismos que atacan los materiales, y que por lo tanto permite niveles de conservación altos, relacionados principalmente a los componentes orgánicos.

Existen grandes diferencias en torno a los niveles de conservación que tienen los materiales arqueológicos en contextos terrestres comparados con los contextos marinos. Es de mi consideración hacer notar la diferencia en torno al porcentaje de conservación que reciben los materiales orgánicos en ambos contextos, siendo en

este sentido, los contextos subacuáticos el lugar donde hay una mayor probabilidad de subsistencia de este tipo de materiales, por la condición anóxica anteriormente descrita.



**Figura N°9. Comparación en torno a la conservación de materiales en sitios Terrestres V/S sitios Subacuáticos. (Adaptación de Grosso, 2006.)**

Es necesario considerar la relevancia que tienen estas circunstancias al momento de referirse a la dinámica de procesos de formación de los sitios arqueológicos sumergidos. Se puede entonces inferir que a pesar de la participación de la actividad humana en torno a la modificación de algunos de los contextos arqueológicos que se encuentran bajo el agua, son las condiciones del medio y su dinámica particular los factores que determinan en mayor medida la supervivencia de los materiales y su distribución. Obviamente se deben considerar los procesos particulares, como en nuestro caso de estudio, en los cuales el factor humano pasa a ser determinante, por insertarse en un medio portuario y donde la dinámica de cambio en torno a la ampliación de la línea de costa ha sido fundamental en los últimos 200 años.

Así mismo, es importante destacar uno de los conceptos utilizados en esta investigación, el término “subacuático”, al hacer referencia a los contextos arqueológicos depositacionales que se encuentran cubiertos total o parcialmente por agua. Como bien plantea Grosso, estos pueden estar en “arroyos, ríos, estuarios, lagos, lagunas, cenotes, costas marítimas, mares u océanos, pero más allá de los rasgos generales que definen a estos medios como tales, existen tres tipos de agentes principales que están presentes en todos ellos y la combinación de sus distintas variables determinará las características del medio” (2006:11). Esto hace referencia a los diversos procesos físicos, químicos y biológicos, que intervienen en los materiales depositados, los cuales van a dar la forma final del sitio arqueológico que observemos. Existen por lo tanto distintos agentes y propiedades que actúan en conjunto en el proceso de formación de los sitios subacuáticos, como bien plantean diferentes autores (Bastida *et. Al.* 2003, 2004). Estos van a estar determinados por los siguientes elementos:

1. **El agua:** se consideran las variables y parámetros físico-químicos asociadas a ella como la temperatura, luz, salinidad, pH, contenidos de materia orgánica, oxígeno, nutrientes, turbulencia, intensidad y dirección de las corrientes.
2. **El fondo:** la profundidad y las características básicas del sustrato, pudiendo ser de dos tipos principales: a) duros (constituidos por rocas de diverso origen), donde importa conocer el estado, dureza y composición química, o b) blandos (sedimentarios), en donde se considera la granulometría, composición química, contenido de agua, materia orgánica, oxígeno (potencial redox) y las características de su dinámica.
3. **Los organismos vegetales y animales:** se incluyen desde microorganismo, tales como bacterias y hongos, hasta organismos superiores, así como las comunidades o asociaciones

que entre ellos configuran. Organismos erosionadores o perforadores de madera, roca, cerámica; organismos que cavan en el sedimento. Esta biodiversidad dependerá de cada tipo de ambiente, presentándose ciertas diferencias entre ambientes de agua salada y dulce, y la temperatura presente en ellos.

Debemos considerar que hay diferencias en torno a los contextos de agua dulce como los de agua salada, en este sentido existe una interacción entre los factores anteriormente mencionados que van a dar en definitiva la forma en cómo los restos sumergidos se verán afectados. Por un lado, los contextos marinos presentan una mayor biodiversidad que los de agua dulce, lo que se traduce en una mayor cantidad de flora y fauna, la cual va a estar ejerciendo una notoria influencia sobre los restos depositados. Por otro lado, los contextos arqueológicos insertos en medios de agua dulce presentan claramente menores alteraciones producto de los agentes naturales, ya que las condiciones del medio carecen de la cantidad necesaria de oxígeno como para permitir la proliferación de este tipo de organismos, aun así la hidrodinámica se presenta en este medio como el mayor factor de alteración, ya que puede incluso generar condiciones similares a las del medio marítimo (Mcnish, *et al*, 2001).

Por último en lo que respecta al estudio de naufragios, que generalmente son los más estudiados al interior de los contextos marítimos, los procesos de formación van a tener grandes diferencias por ejemplo si se trata de embarcaciones construidas en hierro o madera, como es nuestro caso de estudio. La madera como bien sabemos fue por miles de años la materia prima escogida para la construcción de embarcaciones, y muchos de los organismos perforadores e incrustantes son reconocidos predadores de esta materialidad, por lo tanto es determinante comprender la interacción e influencia de los procesos en este tipo de soporte, que en definitiva darán forma al registro arqueológico que estudiamos.

### **c) Procesos Postdepositacionales en Ambientes Portuarios y su Influencia en los Contextos Arqueológicos Sumergidos.**

El estudio de este tipo de procesos de formación de sitio en los últimos 20 años ha tomado fuerza por el mismo desconocimiento que se tenía de estos, y su gran poder en la disturbación de los contextos arqueológicos sumergidos, como la literatura lo refleja (Bass, 1980; Ferrari y Adams, 1990; Stewart, 1999; Ward, *et. Al.*, 1999; Gibbs, 2006; Bastida, *et. Al.*, 2003; Grosso, 2006;). Este enfoque ha sido un intento por reconocer los factores que intervienen en la depositación de los restos, ya sean naufragios o sitios costeros, y que tienen relación con la interacción de los procesos culturales y naturales que afectan tanto la distribución espacial como la integridad de los sitios. Aún así es poco lo que se conoce en relación a los factores postdepositacionales que afectan el registro arqueológico. Para poder tener una noción de cuáles son los factores a los cuales aludimos podemos citar algunos de los más conocidos entre los que se cuentan los salvatajes o refluotaciones de embarcaciones, los cazatesoros o raqueros, y la destrucción por parte de los perforadores marinos. También podemos señalar otros que no han tenido suficientes investigaciones, especialmente en nuestro país, como la acción humana en ambientes portuarios, lo cual incluye los dragados, la pesca, las construcciones navales, el efecto de las grandes embarcaciones en la remoción de los sedimentos. Asimismo, es pertinente considerar los factores naturales como la bioturbación, basada principalmente en la hidrodinámica de la zona, los animales que viven cercanos al fondo, y las plantas marinas, que a través de las raíces pueden modificar los contextos. Como bien plantea Stewart, está claro que los arqueólogos marítimos debemos considerar los procesos de formación al momento de planificar cualquier investigación, y dejar de creer que los sitios sumergidos son simplemente “cápsulas de tiempo” (Stewart, 1999:1).

A continuación haremos una breve descripción de los diversos procesos postdepositacionales en función de un cuadro comparativo que mostraremos al

final del capítulo de resultados, el cual tendrá por objetivo tener una visión en conjunto de los factores que intervienen en nuestro caso de estudio, y el nivel de incidencia que se puede observar in situ, tratando de generar una discusión en torno esto y sus implicancias en el reconocimiento de futuros sitios que se presenten en similares condiciones.

Siguiendo la literatura (Ferrari y Adams, 1990; Stewart, 1999; Ward, *et. Al.*, 1999; Mcninch, *et al*, 2001; O'shea, 2002; Gibbs, 2006; Bastida, *et. Al.*, 2003; Grosso, 2006), se pueden definir los siguientes procesos postdeposicionales que estarían presentes en ambientes portuarios (Tabla N°4), los cuales explicaremos a continuación.

	<b>Tipo de Proceso</b>	<b>Descripción</b>
<b>Procesos de Formación Cultural</b>	<i>Reclamación</i>	Afección por parte de buzos y caza tesoros.
	Construcciones	Alteración por materiales y obras portuarias.
	Pesca	Arrastre de redes y lienzas sobre el sitio.
	Dragados	Dstrucción del sitio por uso de maquinaria.
	Alteraciones y Desechos	Movimiento de hélices y desechos portuarios sobre el sitio.
<b>Procesos de Formación Natural</b>	Bioturbación	Alteración por organismos biológicos.
	Hidrodinámica	Alteración por mareas, corrientes y oleaje.
	Efectos de la Gravedad	Movimiento de materiales por pendiente del terreno.

**Tabla N°4. Tipos de procesos presentes en ambientes portuarios y su forma de interacción**

### **c.1) Procesos de Formación Cultural**

Se han planteado los siguientes agentes de modificación postdeposicional que afectan el registro arqueológico.

### *Reclamación:*

Este concepto enmarca, como plantea Stewart (1999), varios elementos que tienen relación con la afección de los sitios por parte de la acción humana, especialmente basada en la acción de los buzos autónomos, ya sean estos recreativos, caza tesoros, e incluso arqueólogos subacuáticos, y toda la parafernalia metodológica empleada según sus requerimientos. Entran dentro de este concepto también todo lo relacionado con el rescate y la reflotación de embarcaciones, que sin cuidar sus procedimientos en torno a la conservación de los contextos presentes, tienden a generar distorsiones en torno a la distribución original de los elementos sumergidos. Podemos agregar que si bien es conocida la actividad de los buzos deportivos que obtienen pequeños “souvenirs” de cada una de sus inmersiones, esto es generalmente a pequeña escala, pero que con el correr del tiempo podrían tener consecuencias desastrosas. Aún así, las actividades relacionadas con el salvataje, reflotación e incluso las excavaciones pueden ser mucho más destructivas e invasivas. Al referirnos a las metodologías empleadas se cuenta la utilización de grúas o dragas pequeñas y las bombas de agua o aire usadas en las excavaciones, las que por su potencia sino son bien manejadas pueden generar la extracción accidental de algunos elementos arqueológicos que son depositados en la pila de descarga. Este es un elemento a tener en consideración si en futuras investigaciones se encuentra con este tipo de fenómenos, puesto que pueden generar errores en la interpretación de los contextos generados artificialmente.

### *Construcciones:*

Bajo este concepto vamos a entender las modificaciones que tienen relación con la construcción de infraestructura necesaria para la realización de las actividades en ambientes costeros y/o portuarios. Se asocia a la creación de muelles, diques, grúas o cualquier otro elemento que implique utilizar el medio acuático como soporte. Se incluyen también los trabajos relacionados con los avances en el

borde costero, y la utilización de escombros y viejas embarcaciones encalladas como material de relleno. Este tipo de procesos son de gran impacto, sobre todo en sitios arqueológicos que se encuentran cercanos a la costa o en ella misma, pues es tal su envergadura que muchas veces implica la remoción completa e incluso la destrucción de los “obstáculos” que se encuentren en el área del proyecto.

#### *Pesca:*

Este proceso aunque parezca inofensivo altera los contextos de manera significativa. Como plantea Stewart (1999) se pueden observar dos niveles, el primero tiene relación con la utilización de anzuelos, pesos y desperdicios relacionados con esta actividad, los cuales a largo plazo pueden generar acumulaciones aleatorias de materiales foráneos al sitio que pueden llevar al investigador a cometer falsas interpretaciones relacionadas con la presencia de este tipo de artefactos. El segundo se relaciona con el uso de redes y anclas de embarcaciones en labores de pesca, los cuales pueden generar una modificación en la dispersión de la materialidad, agregaciones en torno a los contextos, e incluso pueden llevar a la destrucción del sitio. En este sentido, al arrastrarse las redes por los sitios es muy frecuente que se generen movimientos de partes estructurales frágiles de las embarcaciones, y que termine perdiéndose gran parte de los contextos.

#### *Dragados:*

A lo largo de la historia, es común que los puertos o canales de alto tránsito marítimo vayan acumulando grandes cantidades de sedimentos, provenientes tanto de los desechos que se generan en las actividades portuarias, como por el crecimiento que tienen las ciudades y que terminan arrojando sus desperdicios al mar. Por lo tanto se hace frecuente el uso de grandes palas o dragas que permiten profundizar las zonas de atraque y movimiento de las naves. Es entonces en este tipo de operaciones donde se modifican drásticamente los contextos arqueológicos sumergidos. Es importante recalcar este concepto, pues es en

ambientes portuarios donde el uso continuado de este tipo de metodologías altera notoriamente tanto la distribución espacial como la integridad de los contextos.

#### *Alteraciones y Desechos:*

Entendemos las alteraciones como todas las acciones que se generan tanto en las dispersiones espaciales de los elementos superficiales de los contextos, como en los continuos cambios en los niveles de sedimentación de estos mismos, producto de la acción de las hélices y/o motores de grandes embarcaciones que encontramos en los ambientes portuarios. Producto de ello los sitios arqueológicos pueden quedar expuestos en intervalos indeterminados de tiempo, de la capa protectora que forma la sedimentación, haciéndolos vulnerables al ataque de perforadores y bacterias, que atacan básicamente los componentes orgánicos presentes. Por su parte, al referirnos a los desechos estamos incluyendo todos los artefactos de desperdicios provenientes tanto de las embarcaciones como de las ciudades cercanas a los ambientes costeros, que se adhieren a los sitios existentes y agregan elementos externos a los contextos. Esto puede repercutir notoriamente en las estratigrafías de los sitios y sus componentes, por lo que se debe tener mucho cuidado al realizar interpretaciones al momento de enfrentarse a este tipo de situaciones.

#### **c.2) Procesos de Formación Natural**

##### *Bioturbación:*

Este concepto involucra todas las modificaciones generadas en los contextos arqueológicos por la acción de la flora y fauna marina (Ferrari y Adams, 1990; Stewart, 1999; Ward, *et. al.*, 1999). Una vez que los restos son depositados en el fondo marino comienzan a crearse arrecifes o barreras artificiales, lo que atrae a los seres vivos que habitan los ambientes subacuáticos, ya sea por razones de refugio, como por la capacidad de alimento que de aquellos lugares pueden extraer. Dentro de los más comunes tenemos las plantas bentónicas y animales, entre estos últimos se destacan los moluscos perforadores de la familia *terenidae* (Bastida, *et. al* 2002; Bastida, *et. al.*, 2003; Bastida, *et. al*, 2004; Grosso, 2006).

Los efectos de estos tipos de organismos son conocidos por las devastadoras consecuencias que generan especialmente en la madera, a la cual se adhieren generando orificios o barrenos pequeños que terminan por consumir la estructura interna de este tipo de soporte, lo cual lleva a su completa desintegración. Por otro lado existen bacterias que habitan los sedimentos y se adhieren rápidamente a los contextos orgánicos, produciendo detrimento de estos mismos y a la vez focos de alimentos para otros tipos de organismos presentes en las aguas.

La manera en que se pueden conservar los contextos sumergidos del ataque de este tipo de acción va a depender de la rapidez con que se sedimenten los restos, puesto que el oxígeno es vital para la proliferación de este tipo de organismos. También podemos nombrar la acción de crustáceos en lo que se refiere a la modificación de elementos superficiales, pues es conocido el accionar de estos en la construcción de hogares o madrigueras con los restos que presentan características adecuadas para ello. La acción de los pulpos por ejemplo también se conoce como los "Pack rats" del mundo marino (Stewart, 1999), pues arrastran elementos desde los contextos hacia otros lados, lo que genera distorsiones en la distribución de los restos e incluso los utilizan para hacer de ellos sus propios hogares. Los peces también generan movimientos de los elementos superficiales, especialmente los que se encuentran con una fina capa o sin sedimento. Las plantas o algas bentónicas marinas son un elemento que ha tenido escaso estudio en torno a la alteración de contextos, aun así se sabe que viven hasta donde la luz puede penetrar, o sea los 100 mts. de profundidad. Se conocen al menos tres tipos de modificaciones: i) sus raíces cubren rápidamente los contextos con lo cual se evita el movimiento de los elementos presentes, ii) contribuyen a "sellar" los contextos, con lo que no pueden ser contaminados con elementos externos futuros y iii) sus raíces pueden generar desplazamiento de los elementos y por lo tanto alterar la distribución de los mismos (Stewart, 1999:581).

### *Hidrodinámica*

Podemos enmarcar bajo este concepto tres elementos que actúan tanto en conjunto como por separado en los sitios sumergidos, estos son las corrientes, el oleaje y el accionar de las mareas. El oleaje y los efectos que tienen este tipo de procesos afectan principalmente a aquellos restos que se observan en aguas poco profundas o cercanas a la línea de costa. Es en estos lugares donde el accionar de las olas es fuerte y el accionar del viento produce sus mayores consecuencias, con lo cual muchas veces un contexto arqueológico va a quedar completamente destruido o minimizado.

Por otro lado las corrientes marinas pueden generar concentraciones de materiales provenientes de diversos lugares, que incluso pueden estar a varios cientos de kilómetros de distancia (O'shea, 2002). En este sentido se debe tener precaución al interpretar sitios que se ubican en lugares donde convergen corrientes que provienen de varios sectores (como lo pueden ser las bahías profundas ubicadas en dirección contraria de los vientos prominentes). Por último las mareas generan un movimiento constante de los elementos; en su accionar pueden arrastrar artefactos hacia la tierra o hacia el interior de los océanos (Stewart, 1999). Por lo tanto, un lugar con depósitos sumergidos nunca debe ser catalogado a priori como un sitio único sin antes revisar minuciosamente cada uno de estos elementos. Por último la capacidad que en conjunto cumplen estos tres tipos de elementos tiene un rol fundamental en el transporte de sedimentos (McNinch, *et al*, 2001) y esto claramente tiene implicancias en el grado de conservación e integridad que puede presentar un sitio.

### *Efecto de gravedad*

El grado de pendiente de un terreno en superficie o sumergido tiene claras implicancias en el movimiento y distribución de los artefactos de un sitio, es así como lo que este arriba tenderá a bajar según las leyes físicas que hoy

conocemos. De esta manera, al encontrar sitios que se presenten dentro de este tipo de condicionantes, debemos ser capaces de discernir entre la posición original y la final de un contexto. Como plantea Stewart (1999) esto puede parecer fácil, pero no lo es, si bien es sabido que las cosas livianas o con formas que permitan un rotación va tender a ir cuesta abajo (como lo pueden ser las vasijas, botellas, maderas, etc.) y las cosas pesadas quedarán en su lugar original (anclas, partes estructurales, lastre, etc.), elementos como las monedas por ejemplo van a ser casi imposible de ser determinadas por el ojo del investigador. Por ello se debe tener mucha precaución al interpretar los contextos distribucionales al momento de encontrarse con sustratos que cumplan con este tipo de condición.

En síntesis podemos afirmar que los procesos de formación de sitios han sido abordados en arqueología subacuática desde las ideas de Schiffer, tratando de homologar los componentes del contexto sistémico así como el contexto arqueológico, no sin antes hacer hincapié en las particularidades del medio en que se insertan los sitios. En este sentido los modelos con los cuales han trabajado los investigadores tienen como punto de partida los trabajos de Muckelroy, quien fue el que verbalizó y operacionalizó los procesos por los que atraviesa un naufragio y como esto puede ser determinado. Luego las maneras en cómo se ha abordado la problemática de naufragios tienen relación a la cuantificación de aspectos propios del medio, y como este afecta de manera diferente a cada uno de los restos, en un afán por comprender la compleja interacción de los procesos postdepositacionales de los sitios sumergidos.

Asimismo, podemos observar como las leyes de transformación con las que trabaja la teoría de los procesos han sido posibles de identificar y medir de cierta manera, con el fin de llevar a cabo un registro lo más completo posible de los contextos y así entender cómo es que se han sucedidos los eventos que generan el estado actual y la distribución de los restos sumergidos. Podemos decir que por un lado las transformaciones culturales obedecen al orden de la toma de decisiones para evitar o generar un naufragio, las cuales actúan dentro del

contexto sistémico, y por otro lado las transformaciones naturales proceden luego que el hundimiento se ha producido, o más bien depositado, generando las modificaciones que son observadas por el investigador. Aún así, las transformaciones culturales pueden ser parte del contexto arqueológico, hecho que se ve registrado por ejemplo en las modificaciones que generan los humanos al alterar los sitios arqueológicos. A su vez podemos observar la complejidad que tiene el poder consignar la actividades humanas en la formación de sitios subacuáticos, pues muchas veces es necesario estar en el lugar al momento en que estas se producen, a diferencia de los transformaciones naturales que generalmente van dejando huellas de su accionar, como es el caso de los perforadores de madera y los organismos incrustantes.

## 5. METODOLOGÍA

A través de la metodología se pretende reconocer los procesos post depositacionales que afectan al sitio sumergido S3PV en la bahía de Valparaíso. En una primera instancia se obtuvo un panorama regional de la realidad arqueológica de la bahía, se estableció la zona del estudio y se seleccionó el sitio; también se determinaron cuales son los potenciales procesos presentes en el lugar del hallazgo y se procedió a la comparación con la muestra arqueológica, mediante la observación personal “in situ” y algunos de los resultados de los análisis practicados a los objetos arqueológicos extraídos en las campañas de rescate. Por último se observó el grado de incidencia de dichos procesos sobre el sitio S3PV a través de la utilización de un cuadro comparativo planteado por Stewart (1999), y modificado por nosotros. Los trabajos efectuados consideraron etapas tanto de terreno como de laboratorio.

### a) Etapa de terreno

*Prospecciones al interior de la bahía de Valparaíso.*

Dentro del proyecto Valparaíso Sumergido se sometió a evaluación el espacio marítimo costero que se extiende desde la costa hasta el veril de los 50 m.b.n.m, con el propósito de caracterizar el registro arqueológico sumergido existente al interior de la bahía. En términos operacionales se dividió el área en dos sectores, A y B (Figura N°10). Esta decisión se tomó netamente por factores estratégicos, para poder ordenar el registro entre un área de alta hidrodinámica (Sector A) y una de mediana a baja intensidad (Sector B).

El sector A comprende el área entre el cementerio de Playa Ancha y el Molo de Abrigo. Esta queda determinada por las siguientes coordenadas geográficas:

A: 33°01'24" S - 71°38'48" W

B: 33°01'06" S - 71°39'06" W



Para la etapa de la prospección, la cual involucró la aplicación de sofisticados equipos marítimos de percepción remota, se realizó un convenio de colaboración científica con el Groupe de Recherche en Archéologie Navale (GRAN), organismo que estuvo a cargo del desarrollo de una prospección geofísica de la superficie y el subsuelo del fondo marino de la bahía (Guerout, 2003). Esta operación se llevó a cabo mediante la utilización de dos herramientas geofísicas importantes: un SSS o Sonar de Barrido Lateral, y un Magnetómetro<sup>7</sup>. Las transectas estuvieron orientadas paralelas a la costa, cada 50 metros de distancia, y procurando no sobrepasar el límite de los 50 M.B.N.M. Se cubrió un área total de 5.520.000 metros cuadrados.

La realización de este tipo de mapeo permitió establecer al menos 3 zonas de concentraciones de sitios arqueológicos, las cuales están mayoritariamente caracterizadas por el grado de incidencia de los vientos del norte y su posibilidad de generar estragos en lo que a la navegación se refiere. Esto nos permitió obtener una panorámica de la bahía y la real distribución de este tipo de patrimonio sumergido. Debemos mencionar que los trabajos realizados por nuestro equipo en la bahía de Valparaíso, desde el año 2002 hasta la fecha, han sido de enorme utilidad para ir llenando los vacíos propios que tiene este tipo de incipiente disciplina, e ir fortaleciendo las bases para la generación de un catastro del patrimonio arqueológico sumergido en nuestro país.

Cada conjunto fue registrado mediante fichas que relevaban distintos tipos de información acerca de los sitios localizados (Anexo N°1) bajo las aguas de la bahía de Valparaíso, y la manera en cómo se organizó la data se encuentra en plena relación con los requisitos para ser ingresados en un Sistema de Información Geográfico. Esta base de datos permite obtener tanto la ubicación de un sitio al interior de la bahía como también ciertas características propias de cada sitio. Esta base de datos se pretende ir complementando a futuro con información

---

<sup>7</sup> Para más información acerca del uso de estos tipos de instrumentos en arqueología ver Kvamme (2003).

nueva que se vaya generando, para poder establecer un registro de la manera más completa posible. Se debe destacar el hecho de que la totalidad de los sitios que hasta este momento se encuentran registrados para la bahía de Valparaíso corresponden a embarcaciones, siendo estas en su mayoría de finales del siglo XIX y mitad del siglo XX. Esto bien puede deberse al nivel de tecnología utilizada por los investigadores o los objetivos que se han planteado al momento de realizar las prospecciones. Quizás a futuro sería importante realizar nuevos aportes en torno a la ubicación no sólo de embarcaciones sino también antiguos asentamientos o restos de cultura material que se encuentran aún sumergidos bajo las aguas del puerto.

Como se ha planteado anteriormente a través de una ficha de registro se pudo consignar (Figura N°11) tanto la ubicación de los sitios como sus características de orientación, tamaños, medios de depositación, profundidades máximas y mínimas, tipo de sitio al que corresponde, material constructivo y colocación de placas identificatorias, entre otros, lo que permitió obtener una caracterización general para cada uno de ellos.

Sitio	Detección	Cód. Geofísico	Posición X	Posición Y	Tipo de Sitio	Categoría
-------	-----------	----------------	------------	------------	---------------	-----------

Tipo de fondo	Eje	Orientación	Prof. Máxima	Prof. Mínima	Ext. Longitud.	Ext. Transv.	Material Construcción	Placa Id.
---------------	-----	-------------	--------------	--------------	----------------	--------------	-----------------------	-----------

*Figura N°11. Campos utilizados en la ficha de registro de sitios para el proyecto Valparaíso sumergido.*

Una vez que se obtuvo el panorama general de los sitios sumergidos, se seleccionó el sitio S3PV por presentar mejores condiciones que otros pecios para su investigación. Sobre esta realidad los trabajos se enfocaron en la realización de relevamientos planimétricos así como la obtención de muestras y recolección de objetos que una vez en superficie fueron analizados, con el objetivo de obtener alguna tipología de estos mismos. Es importante mencionar que algunos de los materiales recolectados registraban condiciones de disturbación. Esto generó un

corpus de datos bastante interesantes de ser investigados en la búsqueda de los procesos post depositacionales por los cuales ha atravesado el sitio desde el momento de su hundimiento.

#### **b) Etapa de Laboratorio**

Para esta etapa se definió en primer lugar una tipología de procesos postdepositacionales presentes en ambientes portuarios. Mediante la revisión de fuentes bibliográficas (Stewart, 1999; Mcninch, et al. 2001 Bastida et al. 2001; 2003; Grosso, 2006), visitas al sitio, y entrevistas con los investigadores que han participado en las campañas de rescate, se definió un conjunto de procesos y dinámicas que podrían estar presentes en el sitio, y sus potenciales afecciones a los restos sumergidos, los que serán la base para contrastar con los restos analizados.

Para la contrastación con la muestra arqueológica se dispuso como un primer punto la observación de los restos "in situ", siempre y cuando la visibilidad lo permitiese, mediante la realización de buceos destinados para ello, asegurando la consignación de los procesos a través de una ficha personal de anotaciones (Ver Anexo N°2). Además se procedió al contraste mediante el cotejo de las fotografías sobre las estructuras y materiales distribuidos en el sitio. Por último se efectuó la comparación con algunos objetos a los cuales se les aplicaron análisis específicos en búsqueda de organismos incrustantes y perforantes, así también a partes estructurales de la embarcación. Se trabajó con los materiales extraídos en su formato original, de manera de evitar cualquier modificación realizada por las técnicas de conservación en laboratorio.

Por otro lado se extrajo información personal de cada uno de los buzos arqueólogos que participaron de los trabajos subacuáticos, con el fin de poder discutir las observaciones hechas por estos en lo que se refiere a factores que puedan o estén generando ciertas modificaciones en el sitio, muchos de los cuales no pueden ser observados si no es en pleno desarrollo de la actividad. Si bien este

último punto no se realizó mediante entrevistas puntuales, las comunicaciones personales estuvieron orientadas al reconocimiento de dichos procesos.

Finalmente para poder obtener el grado de incidencia de los procesos postdepositacionales en el sitio S3PV se ha procedido a tomar y modificar un cuadro comparativo realizado por Stewart (1999). A través de este (Tabla N° 5) se espera obtener tanto una noción del estado actual de afección de procesos que ofrecen los materiales registrados, y por otro lado consignar cuál es el riesgo en términos arqueológicos y patrimoniales que tendrían a futuro los restos, para con los procesos activos o que puedan suscitarse en los siguientes años. Para ello definimos cuatro categorías:

*1-Nulo*: cuando no hay presencia de afección por parte de dicho proceso.

*2-Leve*: cuando la presencia de dicho proceso no afecta de manera significativa los restos.

*3-Moderado*: cuando la presencia de dicho proceso afecta en forma significativa el registro arqueológico, pero no tiene implicancias en la conservación a futuro.

*4-Grave*: cuando la presencia de dicho procesos afecta la integridad de los restos y tiene claras consecuencias en su conservación a futuro.

<b>Tipo de proceso</b>	<b>Posibles Efectos Teóricos</b>	<b>Efectos Reconocidos</b>	<b>Efectos Potenciales</b>	<b>Grados de incidencia</b>
<b><i>Procesos Culturales</i></b>				
<b><i>Procesos Naturales</i></b>				

**Tabla N°5. Cuadro comparativo de tipos procesos y grados de incidencia.**

## 6. RESULTADOS

La aplicación de los procedimientos metodológicos previos permitió definir distintas situaciones en las cuales tanto los factores culturales como los naturales han ejercido influencia sobre el sitio. Hemos dividido en dos partes este capítulo, la primera tiene relación a la descripción de los procesos postdeposicionales de origen cultural y la segunda hace referencia a los de origen natural. Esta información se resume en la tabla N°6 al final de este capítulo.

### a) Procesos de Formación Cultural

Se encuentran representados por la *Reclamación, Pesca, Construcciones portuarias, Alteraciones y Dragados*. Algunos de estos conceptos se adecuan a los planteamientos de Schiffer, otros en cambio han sido referidos por investigadores que siguiendo la lógica de los procesos de formación de sitios (PFS) se han basado principalmente en los lineamientos de Muckelroy, enfocando su mirada a sitios de naufragios.

#### *Reclamación:*

En torno a este proceso podemos decir que las intervenciones en su mayoría corresponden a sustracciones de material por parte de “raqueros” y la modificación del contexto original en el cual se encontraban los restos, lo que nos lleva a considerarlo como una transformación cultural del registro, que según los lineamientos de Schiffer (1978) afectaría el sitio (naufragio) una vez que el ciclo depositacional ya se ha completado. En efecto, durante el descubrimiento del sitio se constató la presencia en la estructura del sector B (ver Figura N°4), de un trazado basado en la colocación de líneas de amarre a lo largo de ésta, cuya finalidad sería la extracción de secciones de la estructura del pecio o artefactos que se encontraban dispersos en el sitio. Estas intervenciones probablemente afectaron parte de la actual distribución del registro arqueológico, aunque actualmente es imposible dilucidar el grado de alteración pues no se conocía anteriormente el sitio. Sin embargo podemos definir su grado de afección como

grave, debido a la constante modificación que ha sufrido el contexto y las posibilidades de que sea intervenido nuevamente. Siguiendo esta misma idea, se han podido apreciar daños en la estructura del sector A, donde habrían existido pernos y claverías; y donde los orificios de la madera presentan huellas de forcejeo, con la consecuente desintegración del área circundante y en algunos casos la pérdida de partes del armazón sostenedor.

Ambos tipos de modificaciones no podrían haber sido generadas por factores naturales, pues las condiciones hidrodinámicas existente en la zona son, como hemos visto en apartados anteriores, bastante erráticas y de baja incidencia como para producir efectos de este tipo.

Al respecto las actividades de saqueo (saqueo) son comunes entre los buzos del litoral central, debido a una deformación cultural. Existen evidencias que confirman la creación de pequeñas colecciones privadas en torno a artefactos extraídos desde embarcaciones sumergidas en el puerto de Valparaíso, incluyendo el comercio de partes metálicas. Así, las actividades de saqueo constituyen un importante modificador de los sitios y genera incertidumbre acerca de los agentes responsables de la distribución actual de los materiales del sitio.

En relación a la acción de este agente podemos apuntar al hecho de la falta de conciencia por parte de la comunidad en general y la poca preocupación por parte de las autoridades en torno al tema de la conservación y difusión del Patrimonio Cultural Sumergido (PCS). Si bien el acceso al área donde se sitúa el yacimiento arqueológico se encuentra restringido al público en general, existen posibilidades de que pueda ser intervenido nuevamente. Para evitar este tipo de alteraciones, la empresa portuaria TPS se ha comprometido a incorporar monitoreos arqueológicos a intervalos de 6 meses, para poder observar los posibles cambios que se efectúen al interior del naufragio y su distribución artefactual. Aun así, no se pueden descartar futuras intervenciones en el sitio por este tipo de factor, por lo que en términos de una conservación de los restos a futuro, no se descarta que el

sitio pueda o vuelva a ser intervenido por la acción antrópica de los buzos de la zona.

### *Construcciones y Obras portuarias*

Aunque no se encuentra incluida en la terminología de Schiffer, nuestra muestra presenta algunos indicadores de disturbación del contexto por parte de la realización de actividades portuarias. Si bien el emplazamiento del muelle no impacta directamente sobre el sitio, dado que el mismo se encuentra a una distancia de 20 metros, la actividad portuaria (en este caso los procesos de carga y descarga de los buques) estarían generando a lo largo del tiempo un verdadero palimpsesto evidenciado por las conocidas “lanzas” o pequeñas varas metálicas que son utilizadas para remover los contenedores desde las embarcaciones (Figura N°12). Estas varas son posibles de observar sobre la parte norte del sitio, y si bien no han causado daños en las estructuras, han ido modificando la real composición al agregarse dentro de los elementos del sitio. Asimismo debemos mencionar la abundante presencia de basura proveniente de las embarcaciones que operan durante el periodo de amarre en muelle, y que en condiciones climáticas adversas permanecen durante varios días.

Dentro del modelo de procesos esta transformación cultural presenta actualmente leves modificaciones para con la muestra. Se debe tener presente que los posibles avances del borde costero podrían intervenir la posición actual del sitio y por lo tanto afectar la composición y distribución de los restos que podemos apreciar bajo el agua, hecho no menor si consideramos que en un futuro cercano habría planes para la expansión del muelle hacia el mar. Este tipo de agente ha sido calificado como leve en cuanto a su grado de afección, y como se mencionó anteriormente debe ser considerado por su continuo aporte de elementos al sitio.



*Figura N°12. Carga y descarga en la poza de abrigo, el sitio S3PV se encuentra abajo del barco que se muestra en la imagen.*

### *Pesca*

Si bien la pesca en la bahía de Valparaíso se realiza actualmente en alta mar y ya no directamente desde muelles, hemos sido capaces de reconocer al interior del sitio elementos utilizados para este tipo de labores. Este hecho quedó evidenciado en las primeras etapas de sondaje del sitio S3PV, donde aparecieron entre los materiales superficiales elementos totalmente descontextualizados como líneas utilizadas para la pesca y sus respectivos anzuelos. Por lo tanto podemos hablar de incorporación de materiales totalmente externos al contexto del sitio

Caso distinto lo constituyen las redes de pesca, las cuales pueden estar ocasionando acciones mecánicas sobre los componentes estructurales del sitio. Esto ha quedado manifestado en parte de la estructura que correspondería a la quilla de la embarcación (Sector A del sitio), donde pudimos observar enganchada una gran red, que si bien no estaba ejerciendo en ese minuto fuerza sobre la madera suponemos que por su aplicación (arrastre) sí habría generado el

desgaste por abrasión y tracción que dimos cuenta al momento de relevar la información. Este factor ha sido considerado de acuerdo a su grado de afección como leve, puesto que por encontrarse el sitio en una zona restringida para el público en general es difícil que vuelva a producir nuevas alteraciones.

#### *Alteraciones y Desechos*

Como hemos expresado el sitio se encuentra en una zona de movimiento de naves de gran envergadura, lo que provoca por lo tanto una gran hidrodinámica producida por el accionar de las hélices que tienen tamaños aproximados a los 2 a 3 mts. de diámetro. Si pensamos que el sitio se encuentra en su cota mínima entre los 14 y los 15 M.b.n.m, y las naves calan aproximadamente 10 mts. gran parte de la estructura principal del sitio S3PV y sus materiales asociados están siendo afectados por los cambios en la dinámica del lugar. De hecho, como es posible apreciar en las siguientes figuras (N°13 y N°14), vemos como más del 50% de la estructura “in situ” posee sectores en los cuales el sedimento ha sido completamente removido por agentes antrópicos, pues solo afecta a una porción de los materiales. Consideramos que este proceso ha generado una dispersión artificial de la actual distribución de los artefactos, sobre todo aquellos elementos más livianos, como podrían ser pipas, botones, botellas, los que se encuentran en gran cantidad entre los elementos rescatados en la etapa de sondaje (Arka, 2009b). Este tipo de afección también ocasiona una remoción de sedimentos de manera diferencial, destapando secciones de la estructura y exponiéndola así a nuevos agentes naturales incrustantes y perforantes, que se alimentan de material orgánico, en este caso madera. Aun así existen otros sectores que todavía no han sido afectados por este proceso, como vemos en la figura N° 15.



**Figura N°13. Estructura del S3PV con cubierta sedimentaria removida por la acción de hélices.**



**Figura N°14. Otra vista del mismo sector con la cubierta sedimentaria removida por la acción de hélices.**



*Figura N°15. Parte de la estructura que aún conserva la capa sedimentaria.*

En cuanto a los desechos y desperdicios correspondientes a incorporaciones al contexto, podemos observar la siguiente situación: por un lado, existen una gran cantidad de fragmentos óseos con claras huellas de cortes producidas de manera industrializada (Figura N°16), que podrían obedecer a que el sector fue parte de un vertedero de desechos o a la acción de algún buque factoría que habría trabajado sobre el lugar, pero que en ningún caso, serían parte de la carga de la nave a la que hacemos referencia con el sitio S3PV (Carabias com. Pers.). Por otro lado, debemos considerar una gran cantidad de basura subactual (neumáticos, plásticos, cajas de madera, botellas, latas de diversa índole,) que provendría desde la ciudad, la que por sus vías de evacuación hacia el mar, estaría agregando elementos al conjunto artefactual



*Figura N°16. Fragmento óseo con huellas de corte, extraído del S3PV, muestra de laboratorio.*

Podemos entonces plantear que este tipo de proceso de transformación cultural se enmarca como uno de los más preponderantes que se pueden apreciar en el sitio, y ha sido calificado con grado de incidencia grave.

Debemos tener en consideración que si las medidas de protección implementadas no tienen el efecto deseado (Arka, 2009) es muy probable que el sitio a corto plazo quede totalmente expuesto, y que la dispersión de los materiales aumente proporcionalmente al tráfico de embarcaciones. Esto en términos de conservación se presentaría como grave, ya que un registro de este tipo difícilmente se podrá encontrar nuevamente en la bahía de Valparaíso.

### *Dragados*

Como se planteó en al comienzo de esta memoria (Ver capítulo N°3), el descubrimiento del sitio fue provocado por la intención de TPS de realizar dragados hasta la cota de los 14 M.b.n.m para poder acercar naves de mayor tonelaje hacia la costa. Estas operaciones de dragado ya se habían realizado anteriormente hasta la cota de los 10 M.b.n.m pero no habían alcanzado la parte central del sitio. Si bien la cota de 14 M.b.n.m. **no afecta directamente el sitio**, se

debe poner atención en torno a las futuras intervenciones de dragados que se puedan realizar en la zona del naufragio. Un punto a tener en cuenta es la gran alteración e invasividad provocadas por este tipo de metodologías en la extracción de sedimentos, ya sea por el propio accionar de estas grandes palas metálicas que arrancan todo lo que está a su paso (Figura N°17), como por la acción de buzos que monitorean estas labores. Si este tipo de intervenciones a futuro sobrepasan los niveles de sedimento ya dragados podrían afectar irremediablemente la muestra, con consecuencias nefastas para la conservación del sitio.

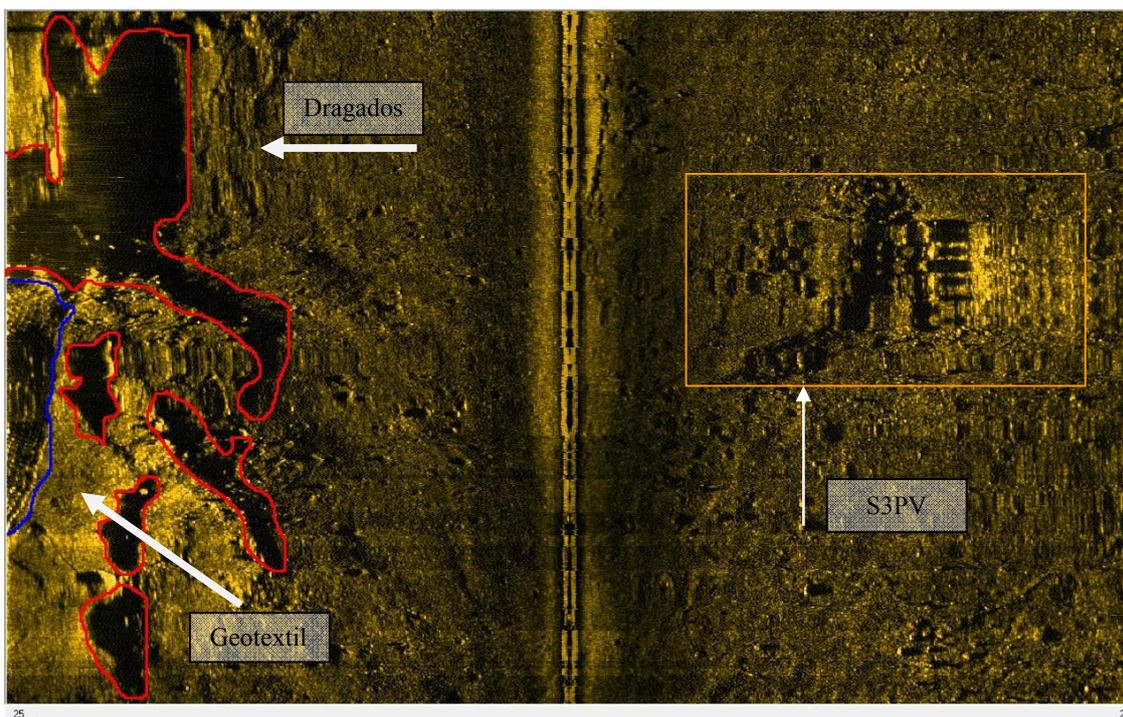


*Figura N°17. Draga mecánica utilizada para extraer sedimentos desde el fondo marino.*

Existen casos documentados en torno a sitios ubicados en la bahía de Valparaíso, donde se ha evidenciado que durante los dragados (Carabias Com. Pers. ) el personal a cargo de estas labores ha procedido a la extracción ilegal de artefactos y partes estructurales de naufragios que se encuentran en el fondo marino. Por esta razón se debe poner extrema atención en este tipo de acciones que pueden

comprometer a futuro la integridad de los restos patrimoniales que yacen en el fondo marino y así mismo disturbar el registro arqueológico.

Por otro lado, podemos mencionar como posibles agentes culturales disturbadores, la implementación de un sistema de “Geotextiles” por parte de la empresa portuaria, la cual se lleva a cabo en el sector desde hace 2 años hasta la fecha. Estos bloques compuestos por una maya metálica semirrígida y rellenos de concreto cumplen con la función de evitar la resedimentación del fondo marino (Figura N°18). Al utilizar este tipo de componentes es muy probable que por el “pequeño” margen de error que involucran este tipo de intervenciones, partes del sitio queden completamente selladas e imposibilitadas de hacer algún tipo de análisis o trabajo posterior en ellas.



**Figura N°18. Imagen de Sonar de Barrido Lateral del sitio S3PV, en rojo los dragados realizados desde el muelle, y en azul parte de un “Geotextil”.**

Podemos decir que este factor se presenta como un elemento a tener en consideración en cuanto a posibles amenazas de la integridad del sitio, ya que por

un lado tanto la utilización de la maquinaria para el dragado como la utilización de los “Geotextiles”, pueden generar daños irreversibles en la estructura principal del sitio y sus artefactos asociados con la consecuente transformación del contexto original presente, o peor aún una completa desaparición de la evidencia arqueológica, si estas no son realizadas bajo una adecuada supervisión. Por las razones esgrimidas anteriormente hemos decidido incluir a esta acción dentro de la lista de los potenciales agentes culturales presentes en ambientes portuarios.

En resumen podemos observar los siguientes procesos de formación cultural presentes en el sitio: *Reclamación* con un grado de incidencia grave; *Pesca* con un grado de incidencia leve; *Construcciones portuarias* con un grado de incidencia leve, *Alteraciones e Incorporaciones* con un grado de incidencia grave y por último los *Dragados*, considerado como potencial.

#### **b) Procesos de Formación Natural**

Dentro de los tipos de procesos naturales presentes en el sitio se consignaron la *Bioturbación*, *la Hidrodinámica* y *El efecto de la gravedad*.

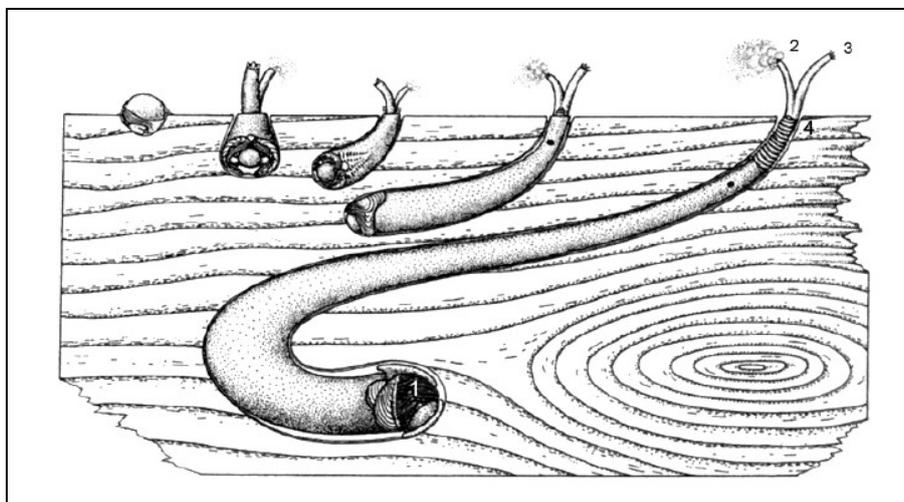
##### *Bioturbación*

De acuerdo a los análisis implementados al momento de la excavación (Arka, 2006b), hemos identificado al menos 3 tipos de organismos perforadores, de los cuales los dos primeros corresponden a moluscos y el tercero a un crustáceo. Estos se encuentran, como se mencionó, tanto en las partes expuestas que presenta la estructura central de la embarcación, como también en los artefactos de madera que se ubican dispersos en el área de intervención.

El primero de ellos forma parte de la familia de los *Teredinidae*, del género *Bankia*, que es el grupo más numeroso dentro de los moluscos perforadores de la madera. Este organismo presenta un cuerpo que se desarrolla en forma longitudinal y adopta un aspecto vermiforme (Grosso 2006). Sus valvas presentan un tamaño reducido en comparación con las partes blandas del cuerpo, cubriendo solo su

porción anterior, y están adaptadas perfectamente para perforar la madera y construir cavidades o túneles de entre 1 a 2 mm. en los cuales establecen su morada, la cual se caracteriza por presentar recubrimientos calcáreos interiores (Figura N°19). Si bien no se alimenta de la madera directamente, los canales internos que genera a través de la matriz van provocando la completa desaparición del material orgánico presente, pues a medida que crece, este organismo busca nuevas superficies a las que adherirse y va debilitando de manera paulatina las paredes internas de la estructura.

Como se puede apreciar más adelante, gran parte de la estructura principal del sector A, que se encuentra sin la capa sedimentaria, se ve afectada por la acción de este organismo, el que al encontrar las condiciones necesarias de sustrato y oxígeno comienza a proliferar generando grandes pérdidas de material, y lo más importante de todo, no se detiene hasta que las condiciones de oxígeno vuelvan a cero o se produzca algún cambio substancial en la temperatura del agua (Figuras N°20 y N°21).



**Figura N°19. Proceso de crecimiento de molusco de la familia Teredinidae. 1 valvas horadantes. 2 sifones extractor. 3 sifón infractor. 4 Paletas. (Extraído de Grosso 2006).**



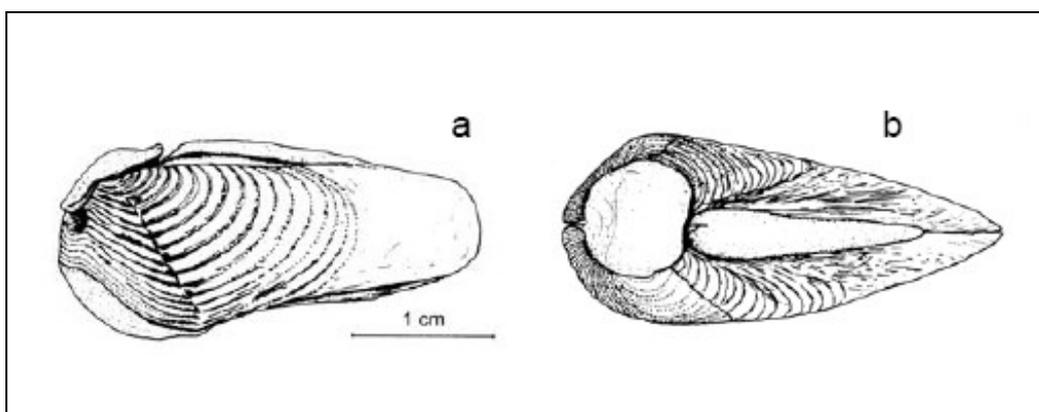
**Figura N°20. Teredinidae en acción, muestra de laboratorio extraída de los restos dispersos del sitio S3PV. (Foto gentileza de Luis Amaro)**



**Figura N°21. Ataque provocado por la acción del molusco Teredinidae y Xylophaga en parte de la estructura principal.**

Podemos decir entonces que este organismo afecta principalmente la madera presente en la estructura del sector A del sitio, la cual posee claros indicadores de su acción. Su grado de afección entonces es considerado como grave.

El segundo organismo identificado forma parte de la familia de los Pholadidae, y corresponde al género *Xhilophaga*. Según diversos investigadores (Bastida, et al. 2002., Grosso, 2006) se diferencia claramente de los moluscos de la familia Teredinidae tanto por la forma de sus valvas, como por la no presencia de formaciones calcáreas al interior de los túneles que construyen en la madera. Si bien no todos los miembros de la Pholadidae son reconocidos como perforantes exclusivos de la madera, el *Xhilophaga* si lo es. Este organismo posee valvas de forma Oval alongada, muy similar a las almejas comunes (Figura N°22) y se caracteriza por realizar perforaciones de tipo circulares en la madera, con diámetros de entre 5 a 10 mm. aproximadamente, y una profundidad de 3 a 10 veces el tamaño de las valvas. Este, al igual que el organismo anterior, estaría presente en las partes de madera de la estructura del sector A que no poseen una cubierta sedimentaria, y la manera en cómo se presenta el ataque revela la gran capacidad perforadora que tiene este organismo al ser de mayor tamaño que las horadaciones del Teredinidae (Figuras N°23 y N°24). Su grado de afección ha sido catalogado como grave.



**Figura N°22. Valvas del Pholadidae, a) Vista lateral, b) Vista lateral (Extraído de Grosso, 2006)**



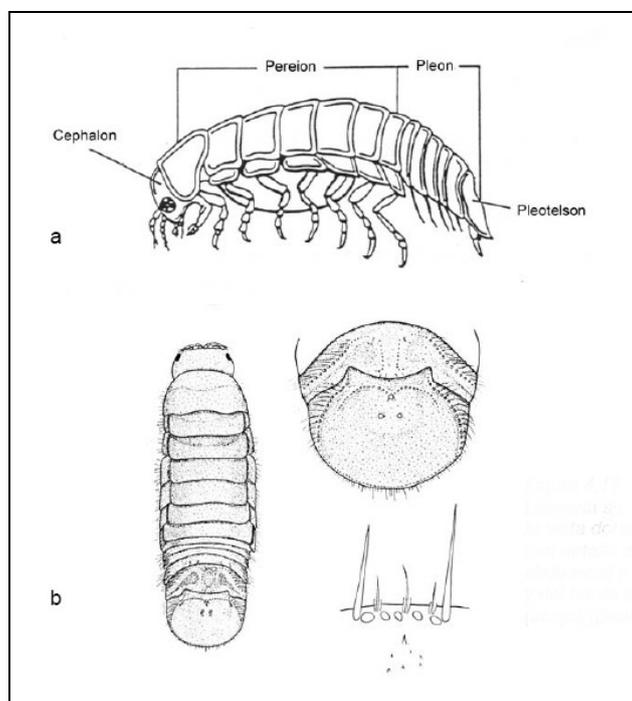
**Figura N°23. *Xylophaga* en acción, muestra de laboratorio extraída de los restos dispersos del sitio S3PV. (Foto gentileza de Luis Amaro).**



**Figura N°24. Detalle del ataque del *Xylophaga*, se resalta la forma circular de las cavidades. en la parte superior se puede apreciar un pequeño *Limnoria*. (Foto gentileza de Luis Amaro).**

Por otro lado constatamos la presencia de un crustáceo, de la familia *Limnoriidae*, en la cual están incluidos la mayoría de los organismos de este tipo que perforan

la madera o viven en ella. El Limnoria es un animal pequeño, de entre 2 a 5 mm. de largo (Figura N° 25), su cuerpo es de forma aplanada, y tiene 7 pares de patas torácicas (Bastidas y Torti 1972b). Debido al pequeño tamaño entre las diversas especies dentro de la familia resulta difícil hacer un claro reconocimiento a primera vista, pero hemos sido afortunados al encontrar especies vivas dentro de la muestra. Este tipo de organismo se caracteriza por cavar túneles o corredores que se aprecian en la superficie de la madera o contiguamente debajo de ésta, son bastante largos y angostos, y tienen diámetros entre 1 y 3 milímetros.



**Figura N°25. Distintas vistas del crustáceo Limnoria, a) vista lateral b) Vista frontal (Dibujo extraído de Bastida y Torti op.cit.).**

Estos indicadores están presentes en gran parte de la madera de la estructura principal (Sector A) del sitio, y ha generado una extensa red de galerías justo debajo de ella (Figura N°26). A diferencia de los moluscos vistos anteriormente, este organismo a medida que se alimenta va destruyendo en su aparato digestivo las partículas de madera. Por lo tanto, el resultado de la acción de este proceso es que la madera se ha convertido prácticamente en una esponja, provocando daños irreparables en la estructura y amenazando a largo plazo con su completa

desaparición. El accionar de este crustáceo en el sitio, al igual que los moluscos anteriores, ha sido calificado con grado de afección grave.



**Figura N°26. Ataque del Limnoria, muestra de laboratorio extraída de los restos dispersos del sitio S3PV (Foto gentileza de Luis Amaro).**

Hemos podido consignar también la presencia de pequeños organismos (Figura N°27) del género *Austromegabalanus* (Picoroco) y *Caliptraea* (Trochita), junto a otros aún no identificados, adheridos en algunos de los artefactos recolectados. Si bien no son destructivos como los perforadores de madera anteriormente mencionados, generan erosión sobre las superficies en las cuales se han fijado (principalmente botellas de vidrio y loza), pero no presentan mayor amenaza para la integridad de los artefactos.

Entre otros agentes que han afectado el registro arqueológico tenemos algunos invertebrados marinos como: Jaiba peluda (*Cancer setosus*), Jaiba limón (*Cancer porteri*), Jaiba mora (*Homalaspis plana*), y Poliquetos tubícolas (Spionidae), quienes serían responsables del movimiento de algunos artefactos (mayormente livianos). Al momento de realizar los sondajes fuimos capaces de observar in situ como algunas Jaibas mora (*Homalaspis plana*) que habitaban el sitio en pequeñas cuevas o espacios presentes entre las cuadernas, habían arrastrados hasta sus hogares elementos del registro como botones o pequeñas pipas de tabaco, así

como algunos de ellos fueron pesquisados moviendo pequeños artefactos y creando asociaciones totalmente distintas a las del momento de la depositación del naufragio. Aún así creemos que por la baja frecuencia de este tipo de acciones deben ser considerados con grado de incidencia leve.



**Figura N°27. Material recolectado del sitio S3PV, con pequeños picorocos y chochas adheridos en la superficie (Muestra de laboratorio).**

Por último también se observó la presencia de algunos peces que estarían en torno al sitio: Rollizo (*Mugiloides chilensis*), Bilagay (*Cheilodactylus gayi*), Lengado (*Paralichthys microps*), Blanquillo (*Prolatilus jugularis*), Cabrilla común (*Paralabrax humeralis*), y algunos Jureles (*Trachurus symmetricus murphyi*). También hay pequeños pulpos (*Octopus vulgaris*) de los cuales se conoce que

son capaces de generar descontextualizaciones de artefactos en los sitios arqueológicos sumergidos, pero no hay indicios de su acción sobre la muestra.

Este tipo de proceso es el que más transformaciones ha generado en el registro, por lo que la acción de estos agentes no debe ser minimizada, ya que en determinadas circunstancias pueden ser los mayores responsables del deterioro de un sitio. En el caso que aquí nos ocupa, gran parte de la estructura posee indicios de su presencia.

#### *Hidrodinámica:*

De acuerdo a lo que hemos podido consignar al interior de la poza de abrigo, (ver Figura N°2) los procesos hidrodinámicos son generados por el oleaje, el accionar de las mareas y las corrientes. De estos, el oleaje se mantiene bastante constante, salvo en épocas de temporales donde hay un incremento en el oleaje (Stuardo *et al.* 1981). Aún así, el mismo no estaría afectando el sitio, pues este se encuentra a 15 M.b.n.m. y alejado de la orilla.

Por otro lado tenemos el efecto de las mareas; si bien se conoce que la amplitud de las mareas de Valparaíso puede superar los 120 cms. (Tabla de mareas I.H.A.), no se registró durante los buceos realizados que las corrientes generadas por los cambios de la misma produjeran efectos nocivos en relación al movimiento de los artefactos. En cuanto a las corrientes submarinas presentes en el sitio, estas no han sido establecidas con precisión para el lugar del naufragio, pero sí se sabe que son bastante erráticas por tratarse de un lugar confinado. De acuerdo a lo anterior se ha podido observar la existencia de un leve accionar de este tipo de agente en los cambios de la cubierta sedimentaria. Estos afectarían la exposición de la estructura, la cual estaría siendo presa de los organismos perforantes presentes en el lugar. También se infiere que podría estar afectando a algunos artefactos de pequeño tamaño, erosionando su superficie por el accionar de las arenas e inclusive modificando su contexto original de depositación. Por lo tanto es necesario a futuro poder determinar cuál es la velocidad y la real incidencia que

tienen las corrientes en el sitio, pues solo así se podrán obtener resultados precisos en torno a cuál es el impacto de este tipo de agentes sobre el sitio. Sin embargo, este agente de transformación es comparativamente inferior en cuanto a su accionar y menos invasivo que la Bioturbación descrita en el punto anterior. Su grado de afección ha sido calificado como leve.

#### *Efectos de la gravedad.*

Topográficamente el sitio registra una pendiente mayor a los 15 °, y de acuerdo a la literatura (Stewart, 1999) este grado de inclinación podría generar desplazamientos entre los pequeños artefactos presentes. Si bien esto aún no ha podido ser comprobado de manera precisa, hemos consignado elementos de la carga de la embarcación (como botellas y vasijas) que se han encontrado distantes a más de 15 metros del lugar y prácticamente a 25 M.b.n.m. Lo anterior hace suponer que hay un movimiento continuo de objetos livianos hacia profundidades mayores producto de la pendiente. En este sentido hay que recordar que la poza de abrigo en su centro tiene más de 60 mts. de profundidad y posee un diámetro de no más de 200 mts. lo cual se traduce en que la bahía cae rápidamente en cuanto a profundidades convirtiéndose en una trampa de artefactos. Sin embargo se debe tener cuidado en otorgarle una preponderancia por sobre otros factores que tendrían mayor injerencia en la disturbación como serían los factores antrópicos y el movimiento de las corrientes submarinas. Su grado de afección ha sido calificado como leve.

Por lo tanto vemos que en torno a los procesos de formación natural se han consignado tres tipos: *Bioturbación* con grado de incidencia grave, la *Hidrodinámica* con grado de incidencia leve y por último el *Efecto de la gravedad* con grado de incidencia leve.

A continuación se procede a realizar un cuadro comparativo (Tabla N°6), en función de los factores post depositacionales potenciales que pueden afectar un sitio en ambientes portuarios y las características reales de los procesos que hemos dado cuenta anteriormente. Mediante este cuadro se pretende generar un instrumento para poder evaluar situaciones de riesgo del registro arqueológico. El establecimiento de los grados de incidencia, por un lado nos permite conocer cuál es el estado de afección actual de un determinado proceso post-depositacional y por otro lado, prever cual será la situación a futuro de la muestra en términos de conservación.

De acuerdo a lo que podemos observar estamos frente a una situación compleja en torno a la incidencia que tienen sobre el registro arqueológico sumergido los procesos post-depositacionales. Por un lado, dentro de los procesos culturales al menos dos tienen un elevado grado de incidencia, siendo el de mayor preponderancia el relacionado con los *Desechos y Alteraciones*, producto de los movimientos de las naves en el lugar. Por otro lado la continua actividad portuaria actual y futura seguirá impactando los contextos arqueológicos presentes. Este hecho generará probablemente una completa desaparición de la capa sedimentaria que recubre y protege los restos sumergidos, además de provocar una gran dispersión en los materiales que se encuentran en el sitio. Procesos como la *Reclamación*, deberán constatarse a futuro y así dilucidar cuál es el grado de aumento, ya que de no realizarse gestiones que tiendan a evitar las acciones de saqueo, probablemente puedan desaparecer por completo los restos que aún se conservan.

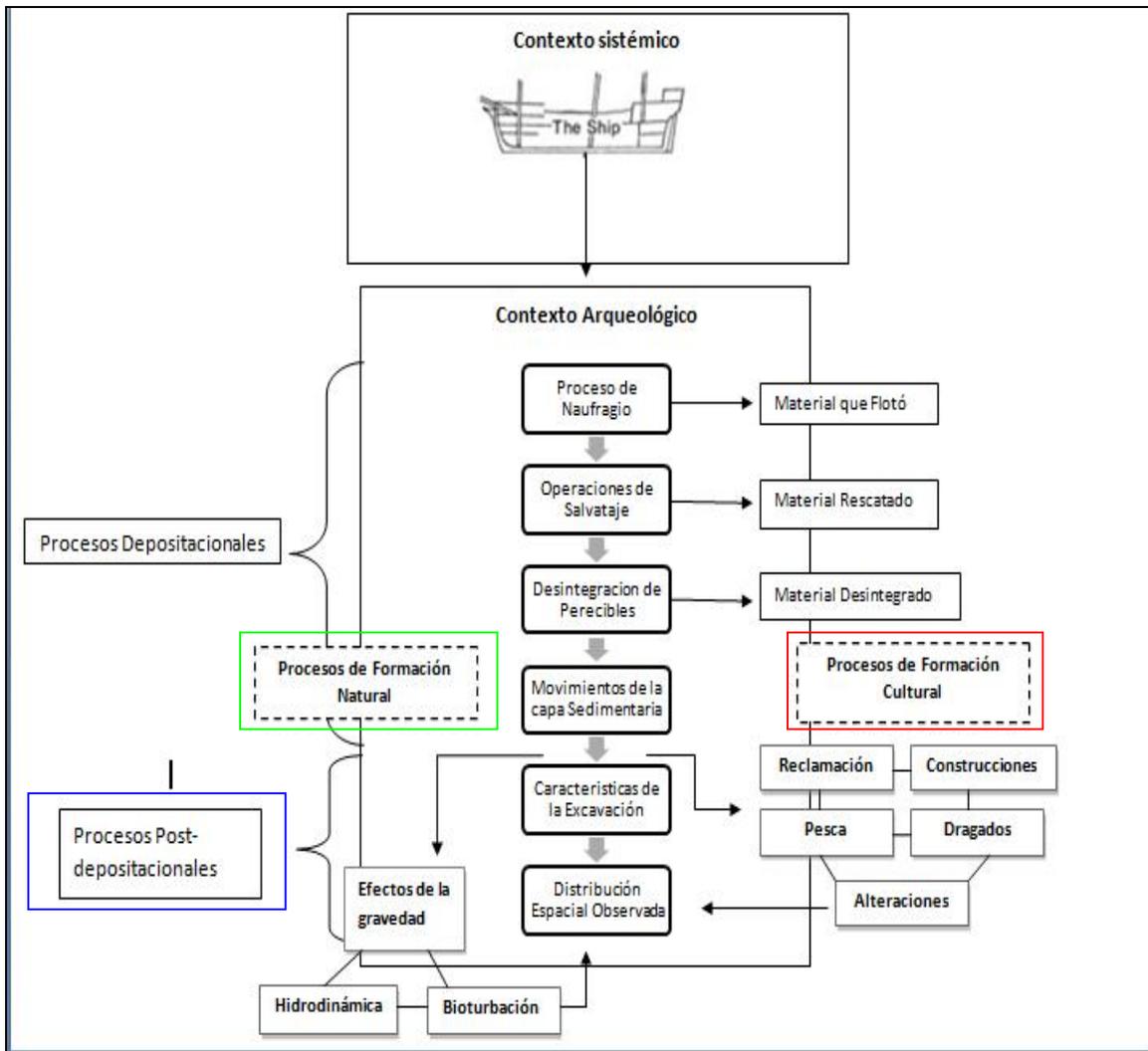
Punto aparte merece el proceso de *Dragados*, pues si bien hoy no ejerce mayor influencia, considerando los planes de expansión del área de trabajo para estas funciones es muy probable que termine por afectar la totalidad del sitio o gran parte de este.

<b>Tipo de proceso</b>	<b>Posibles efectos teóricos</b>	<b>Efectos Reconocidos</b>	<b>Efectos Potenciales</b>	<b>Grados de incidencia</b>
<b><i>Procesos culturales</i></b>				
<i>Reclamación</i>	Perdida de objetos móviles, daño por remoción, movimiento de artefactos.	Sectores con evidencia de "raqueo", líneas de amarre para extracción de material.		Grave
<i>Construcción y Obras portuarias</i>	Destrucción parcial o total del sitio.	Varas de manipulación de Containeres sobre partes del sitio. Material de descarte de embarcaciones en labores de descarga.		Leve
<i>Pesca</i>	Arrastre de artefactos, adición de artículos de pesca	Restos de lienzas y redes de pesca en partes de la estructura. Huellas de arrastre de anclas por el sitio.		Leve
<i>Dragados</i>	Destrucción de sitios en ambientes portuarios o en canales de navegación	No hay afección directa por este tipo de agente.	Probable destrucción parcial o total del sitio, por el uso de dragas para profundizar la zona de abrigo.	Nulo
<i>Desechos y alteraciones</i>	Adición de artefactos al sitio, remoción de artefactos, desaparición de capa sedimentaria.	Gran cantidad de desechos portuarios, remoción de objetos producto del movimiento de hélices, y desaparición parcial o total de capa sedimentaria		Grave

Tipo de proceso	Posibles efectos teóricos	Efectos Reconocidos	Efectos Potenciales	Grados de incidencia
<b>Procesos Naturales</b>				
<i>Bioturbación</i>	Destrucción en la madera, daños en material orgánico, alteración de estratigrafía.	Daño evidente del casco por organismos biológicos, disturbación de contextos por acción de organismos.	Destrucción parcial o total de la estructura y artefactos de madera presentes en el sitio.	Grave
<i>Hidrodinámica</i>	Erosión de artefactos producto del movimiento del agua, remoción de la cubierta sedimentaria, pérdida de patrones de depositación.	Cambios leves en los patrones de depositación, muestras de erosión en artefactos por el movimiento de arenas.		Leve
<i>Efecto de la gravedad</i>	Movimiento de artefactos y pérdida de patrón de depositación espacial.	Pendiente de 15° permite el desplazamiento de artefactos pequeños.		Leve

**Tabla N°6. Efectos de procesos post-depositacionales teóricos, consignados, amenazas posibles y grados de incidencia.**

Con respecto a los procesos naturales, la *Bioturbación* es el que mayor preponderancia posee, pues tiene comprometida gran parte de la estructura que se encuentra expuesta, así como también objetos de madera en la misma condición. Creemos necesario indicar que si bien aún no conocemos la real tasa de depredación que tienen los perforadores de madera, todo lleva a suponer que con el paso del tiempo el estado de la muestra presente mayores deterioros, ocasionando inclusive la desaparición total de la madera.



**Figura N°28. Diagrama de los procesos Post-depositacionales del Sitio S3PV.**

En un afán por contextualizar dentro de los referentes teóricos expuestos en qué lugar se sitúan los procesos postdepositacionales y de qué manera se manifiestan al momento de plantear un modelo de procesos de formación de sitios sumergidos, hemos realizado un diagrama de flujos (Figura N°28). La idea del modelo es poder demostrar los factores presentes en torno a la realidad observada y hacer notar que estos tienen una clara influencia en la evolución de un naufragio, ya que no basta con suponerlos sino que es necesario identificarlos y otorgarles la real importancia de cada uno dentro del desarrollo de la etapa

postdeposicional. Esto va a tener claras implicancias en la toma de decisiones al momento de excavar un sitio sumergido. Como vemos en el modelo, los procesos postdepositacionales los podemos claramente diferenciar entre los agentes de carácter natural (en color verde) de los de origen cultural (en color rojo), sin embargo, deben ser siempre entendidos como un sistema integrado, en el cual la acción de un grupo va estar en directa relación con la acción del otro. Ejemplos de esta situación la pudimos observar en la muestra cuando la remoción de sedimentos, por la acción de buques, permitió la introducción de la fauna incrustante y perforante.

Por lo tanto deben ser considerados en conjunto al momento de observar y tratar de entender la distribución espacial del conjunto artefactual. El modelo también se puede ir ampliando en la manera que se consignent nuevos procesos postdepositacionales de formación de sitio, apuntando de esta forma a contribuir al entendimiento del registro arqueológico.

## 7. CONCLUSION Y CONSIDERACIONES FINALES

Durante esta investigación hemos revisado, discutido y evaluado la acción de los procesos postdeposicionales en contextos subacuáticos, específicamente en el sitio S3PV. Como resultado podemos plantear que hay una gran cantidad de ellos ejerciendo influencia sobre el sitio, tanto en los restos estructurales como en los materiales dispersos en el lugar. Estos son tanto de carácter cultural como natural, destacando dos grandes ámbitos: el primero relacionado a la remoción de la capa sedimentaria producto del movimiento de las naves que ha dejado expuestos los restos de las estructuras y ha dispersado una gran cantidad de objetos arqueológicos desde su posición natural; y el segundo el ataque al cual se ha visto afectada gran parte de la estructura que yace en el fondo, principalmente por organismos depredadores de madera, tal cual se ha ilustrado en el capítulo de resultados. Este tipo de alteraciones son claramente identificables en el sitio, sin embargo existen otros tipos que no se observan a simple vista y que necesitan ser constatadas en pleno desarrollo, como por ejemplo las relacionadas con el saqueo y la influencia de la fauna presente en el lugar, las cuales tienen una importancia secundaria, pero no menor en cuanto a la modificación del contexto arqueológico.

De estos tipos de procesos algunos son de carácter general, entendiendo que cualquier ambiente portuario va a tener comportamientos similares en cuanto al tráfico de naves, y las constantes modificaciones del borde costero, producto del crecimiento y la demanda de espacio para el continuo trabajo en la zona (Dragados y Obras portuarias). Otras, especialmente las afecciones de carácter natural, van a depender del ámbito local, como por ejemplo la existencia de organismos perforantes e incrustantes que van a estar íntimamente relacionados con la cantidad de oxígeno, salinidad y temperatura del agua existente en el lugar. Y en esta misma dirección la hidrodinámica y la topografía del fondo marino, determinantes en cuanto al movimiento de pequeños artefactos.

Otro aspecto importante que enfrentamos en nuestro trabajo tiene que ver con las condiciones del hundimiento de la embarcación, las cuales se conocieron años más tarde de haber iniciado las actividades en la zona gracias a las labores de cotejo de información histórica y los análisis efectuados en los materiales recolectados (Carabias, *com. pers.*). El mero conocimiento previo de los factores que llevaron a los restos a ser depositados podría haber cambiado la manera en cómo se abordó la excavación y evitado hacer falsas relaciones entre los artefactos y las estructuras del sitio, puesto que se puede presumir que un evento como la explosión de un barco va a generar una alteración notable de los patrones de depositación. Podemos, por lo tanto, asumir que este *descarte primario* posee una característica determinante en cuanto a la formación del contexto arqueológico y, por ello, va a estar supeditando todas las observaciones e hipótesis realizadas con posterioridad. En el caso de nuestra investigación este tipo de descarte primario referido al hundimiento corresponde a una circunstancia de depositación “única” de la cual se tenga conocimiento en la bahía de Valparaíso.

Siguiendo con esta idea, y de acuerdo a los modelos propuestos para el estudio de los procesos de formación de sitios sumergidos, la existencia de gran cantidad de artefactos provenientes de la carga de la embarcación, así como de los elementos utilizados cotidianamente, nos señala la existencia de un rápido evento de hundimiento y depositación, sin que hayan existido, previo a la catástrofe, labores de salvataje ni de aminorar las pérdidas, como sería el hecho de rescatar los objetos de mayor valor. Esto se traduce en un paso directo de la mayoría de los materiales hacia el fondo marino, siendo sometidos una mínima cantidad de ellos, sobre todo los livianos, a los efectos de los procesos hidrodinámicos (como podrían ser las corrientes, el oleaje o los cambios en los niveles de mareas), con la consecuente desintegración o expulsión hacia la orilla. Sin duda la información de nuestra memoria complementa el entendimiento del actual estado del sitio y es central para la planificación de futuros trabajos tanto en esta embarcación como en otros contextos.

En esa línea creemos que nuestra propuesta de trabajo está en directa concordancia con los modelos de estudio de procesos de formación utilizados en arqueología marítima, en el sentido de profundizar el conocimiento de procesos postdepositacionales tanto culturales como naturales que afectan un naufragio.

Como pudimos apreciar los modelos de PFS aplicados a la arqueología marítima siempre han considerado los procesos postdepositacionales en sus supuestos, pero la integración y la manera en que han sido evaluados distan de obtener un punto claro de cuáles son y cómo realmente afectan un sitio arqueológico sumergido. Nuestro diagrama (Figura N° 28) permite obtener una clara definición de cuales son los procesos a los que se ve sometido nuestro objeto de estudio, así como hacer una distinción en el nivel de afección de cada uno de ellos.

La utilización del modelo nos permite realizar un acercamiento de real envergadura a la muestra a través de:

- Conocer cuáles son los procesos postdepositacionales presentes en el sitio mediante el reconocimiento de las condiciones locales del medio.
- Clasificar de manera rápida y clara cómo afectan los distintos agentes nuestro sitio sumergido.
- Orientar la metodología de excavación, evitando hacer gastos innecesarios de energía y formular hipótesis erróneas.

Relacionado con lo anterior, la tabla de grados de incidencia que hemos elaborado (Tabla N° 6) complementa nuestro modelo y nos da la posibilidad de generar un instrumento predictivo para poder evaluar situaciones de riesgo del registro arqueológico. Esto es posible ya que por un lado permite obtener el grado de acción de un determinado agente, y por otro lado quedan manifiestas las implicancias que puede tener a futuro un determinado agente que atenta contra la integridad del sitio.

En términos generales no es posible abordar un sitio arqueológico sumergido sin ser sometido a una revisión de cuales son los PFS presentes en el lugar, tanto para evitar problemas con la interpretación como para saber cuál es la manera correcta de aplicar una metodología al momento de la excavación. De este modo consideramos que los conceptos de Schiffer (1972) son claves para obtener un conocimiento adecuado de un sitio sumergido, ya que sin un lineamiento de cuales son los procesos en los que se ve involucrado el paso de un elemento desde el contexto sistémico al contexto arqueológico, sería imposible conocer e interpretar la realidad contextual que observamos hoy en día. Es por esta razón que consideramos fundamental utilizar este tipo de teoría arqueológica, sin la cual aún estaríamos fuera del alcance de lograr interpretaciones razonables y nos encontraríamos en una simple etapa de catalogación de los elementos sin entrar en el campo de las deducciones acertadas.

La idea de nuestra propuesta es ir complementado el modelo de trabajo para acercarnos a la realidad observada mediante la aplicación de metodologías para el reconocimiento de los procesos postdeposicionales presentes en la bahía de Valparaíso. Esto tiene por objetivo definir algunos procedimientos, variables y/o atributos para afrontar este tipo de problemáticas, y así crear una herramienta predictiva que pueda ser utilizada en contextos que presenten características similares a las cuales se ha visto sometido nuestro objeto de estudio. Esto puede servir como un punto de partida para la elaboración de planes de intervención y modelos que pretendan conocer la dinámica de procesos a los cuales se ven enfrentados los restos en medios subacuáticos.

Si bien esta investigación se plantea como preliminar para el conocimiento de los procesos post-depositacionales, creemos que existen otras consideraciones de lo que hace falta por hacer para acercarnos en forma más completa a la comprensión del registro arqueológico subacuático del sitio S3PV. En este sentido

para obtener una perspectiva más acabada de cómo actúan los agentes que hemos mencionado sería necesario implementar formas de actuar en función de:

Primero, corroborar cual es la real tasa de depositación de los sedimentos en la poza de abrigo de Valparaíso, lo que implica establecer un sistema de medición que establezca con certeza los índices de movimiento de los sedimentos sobre la estructura principal del sitio mediante monitoreos selectivos cada ciertos intervalos de tiempo. Como segundo aspecto a tener en cuenta sería interesante medir la velocidad de las corrientes para discernir cual es la real injerencia que estas tienen en los cambios de sedimentos actuales. Y como tercer aspecto, conocer la dinámica actual de este tipo de sedimentos en cuanto a su composición, comprendiendo cómo se manifiesta este agente en ambientes portuarios similares y así poder predecir el estado en que se podrían encontrar potenciales hallazgos a lo largo de nuestras costas. Creemos que a través de los aspectos mencionados, comprenderemos el funcionamiento de los sedimentos y su interacción con los agentes antrópicos y naturales involucrados en los contextos sumergidos.

Además sería necesario realizar experimentaciones con muestras de maderas sumergidas y ver cuál es la evolución de las colonias de organismos perforantes, para saber con certeza en cuánto tiempo este tipo de procesos destruyen los restos sumergidos, cuál es su real envergadura y qué tipos de organismos se pueden reconocer en situaciones similares a la de nuestro trabajo.

Asimismo, es relevante incorporar algunos muestreos en torno a la identificación del potencial redox de la poza de abrigo. Este punto que sólo se menciona en uno de los capítulos de esta memoria, se considera necesario para establecer comparaciones sobre la cantidad de oxígeno del agua en otras zonas de similares características, ya que permite observar qué tipos de organismos o comunidades de especies se reproducen en condiciones semejantes, lo que además facilita el descarte o presencia a priori de estos, y mejora la toma de decisiones en relación

a la aplicación de metodologías tanto de excavación como de conservación de los restos sumergidos.

En este sentido, es fundamental incorporar otros estudios multidisciplinarios a este tipo de investigación, que apunten por ejemplo, al real conocimiento de los procesos a los cuales se ven expuestos y afectados los restos sumergidos, como son los cambios físicos, químicos y biológicos. También en otro ámbito, la incorporación del componente histórico, muchas veces ignorado, permitiría conocer en detalle gran parte de las condiciones de naufragios y hundimientos acaecidos por las embarcaciones en nuestras costas.

Para finalizar, creemos que será a través de la implementación de algunos de los aspectos mencionados lo que permitirá abrir nuevos horizontes y líneas de investigación para la comprensión de una problemática que cada vez se hace más frecuente entre los arqueólogos de especialidad subacuática, algunos de los cuales hemos dado un giro hacia la observación de fenómenos que no son posibles de comprender desde una mirada terrestre. Obviamente por el alcance de nuestra memoria estamos lejos de dar soluciones a problemas teóricos, sino más bien respuestas metodológicas de cómo abordar un determinado problema arqueológico.

## **AGRADECIMIENTOS:**

La realización de esta memoria no habría sido posible sin el apoyo que recibí durante el transcurso de estos años, por eso quiero dedicar unas pocas palabras:

- A Andrés Troncoso, profesor guía, por el apoyo constante, la paciencia y la claridad en sus comentarios que iluminaban el camino en cada una de nuestras reuniones.
- A la gente de Arka Consultores, por darme la posibilidad de trabajar en el campo de la Arqueología Subacuática y haberme facilitado la información necesaria para la realización de esta investigación.
- A Rosario Cordero, por su paciencia, apoyo incondicional y por sobre todo, el cariño que me ha entregado durante todos estos años.
- A mi familia, que siempre me apoyó y creyó en que esto vería la luz algún día. Especialmente a Francisco por sus directas observaciones y escépticos comentarios, y a Juan Carlos por el trabajo de revisar esta memoria y darme el último empujón.
- Por último a mis grandes amigos sin los cuales esta existencia no tendría sentido.

## BIBLIOGRAFÍA

ANUARIO METEOROLÓGICO DE CHILE. 1963-1985. Sección Climatológica. Ministerio de Defensa Nacional. Oficina Meteorológica de Chile.

AQUAMBIENTE 2005 [MS]. “Análisis Oceanográfico y Ambiental” Proyecto Profundización Sitios 2 y3 Frente de Atrache Nº 1 – Puerto Valparaíso. Estudio solicitado por PROCONSA Ambiental.

ARKA CONSULTORES, 2006b [MS]. Evaluación Arqueológica Subacuática Sitio S3PV Proyecto “Profundización Sitios 2 y 3 Frente de Atrache Nº 1 – Puerto Valparaíso, Comuna de Valparaíso, V Región. Estudio solicitado por Terminal Pacífico Sur Valparaíso S.A.

ARKA CONSULTORES, 2009 [MS]. Propuesta de plan integral de supervisión, intervención y manejo arqueológico proyecto “dragado de mantenimiento del frente de atraque Nº 1 – puerto Valparaíso”, comuna de Valparaíso, V región.

BASS, G. 1983. A Plea for Historical Particularism in Nautical Archaeology. En *Shipwreck Anthropology*, R.A. Gould (ed.). University of New Mexico Press, Albuquerque. Pp. 91 – 104.

BASTIDA, R. y M. R. TORTI, 1972. Organismos perforantes de las costas argentinas. II. La presencia de *Limnoria (Limnoria) tripunctata* (Menzies, 1951) (Isopoda, Limnoriidae) en el puerto de Mar del Plata. *Physis* 31(82): 143-153.

BASTIDA, R., D. ELKIN, M. GROSSO, M. TRASSENS Y P. MARTIN. 2002. La corbeta de guerra inglesa HMS Swift (1770): Un caso de estudio sobre los efectos del biodeterioro en el patrimonio cultural subacuático de la Patagonia. *Jornadas Científico Tecnológicas Sobre Prevención y Protección del Patrimonio Cultural Ibero Americano del Biodeterioro Ambiental*, (Municipalidad de la Plata, 9 y 10 de agosto del 2001). H. A. Videla and C. A. Giudice (eds.) 119-143. Programa Ibero

Americano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica (LEMIT), Centro de Investigación y Desarrollo en Tecnología de Pinturas (cidepint) y Universidad Tecnológica Nacional.

BASTIDA, R., M. GROSSO Y D. ELKIN, 2008. The role of benthic communities and environmental agents in the evolution and conservation of underwater archaeological sites. P. Leshikar Denton y P. Luna Erreguerena (eds.), *Underwater and Cultural Heritage in Latin America and the Caribbean*. UCL Press, London.

BASTIDA, R., D. ELKIN, M. GROSSO, M. TRASSENS Y J. P. MARTIN, 2004. The British sloop of war HMS Swift (1770): a case study of the effects of biodeterioration on the underwater cultural heritage of Patagonia. *Corrosion Reviews*, Special Issue: Biodeterioration of Cultural Heritage 22(5-6): 417-40.

CALDERÓN, A. 2001. *Memorial de Valparaíso*. Ril Editores, 1ª edición, Santiago.

CARABIAS, D. 2006. Ocupación y uso del espacio marítimo portuario: una aproximación de análisis y modelación (SIG) a partir del registro arqueológico subacuático de la bahía de Valparaíso. Postulación a concurso nacional de proyectos Fondecyt, concurso regular 2006, Santiago, Chile.

CARABIAS, D. Y M. CHAPANOFF, 2002. Valparaíso Sumergido. Arqueología bajo las Aguas del Puerto: Proyecto de evaluación del patrimonio cultural subacuático en la bahía de Valparaíso, Valparaíso, Chile, Ms.

CARABIAS, D. Y M. CHAPANOFF (2007). Acerca de temporales, escollos, incendios y colisiones: el uso de datos históricos para el estudio de naufragios en la Bahía de Valparaíso. *Actas del XIV Congreso Nacional de Arqueología Argentina*, realizado en septiembre de 2001 en Rosario, Argentina.

CHAPANOFF, M. (2007). Valparaíso ciudad / puerto: patrimonio marítimo y discursos de memoria imaginada. En *Actas del V Congreso de Antropología Chilena*. San Felipe, noviembre 2004.

CHAPANOFF, M y D. CARABIAS. 2004. La arqueología subacuática y el estudio de los recursos culturales sumergidos. Resultados preliminares de la investigación "Valparaíso Sumergido. Evaluación del Patrimonio Cultural Subacuático de la Bahía de Valparaíso". En *Actas de las III Jornadas de Historia Naval y Marítima*. Museo Naval y Marítimo. Valparaíso. Pp. 81 – 85.

DIDIER, A. [Ms.] 2004. Arqueología histórica en Valparaíso: la Plaza Sotomayor como espacio público. Memoria para optar al título profesional de Arqueólogo. Departamento de Antropología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile.

DIDIER, A. y A. RIVEROS, 2004. Arqueología histórica en la Plaza Sotomayor de Valparaíso: el primer muelle del puerto principal. *Chungará (Arica)*, Vol.36, supl. Pp.151-159.

ELKIN, D. 2000. Procesos de formación del registro arqueológico subacuático: una propuesta metodológica para el sitio Swift (Puerto Deseado, Santa Cruz). *Desde el País de los Gigantes. Perspectivas Arqueológicas en Patagonia*. Vol. I: 195-202. Universidad nacional de la Patagonia austral. Río gallegos.

ELKIN, D., A. ARGÜESO, R. BASTIDA, V. DELLINO-MUSGRAVE, M. GROSSO, C. MURRAY Y D. VAINSTUB, 2007. Archaeological research of the HMS *Swift*: a British *Sloop-of-War* lost off Patagonia, Southern Argentina, in 1770. *The International Journal of Nautical Archaeology*:

FAGALDE, A. 1903. *El Puerto de Valparaíso i sus obras de mejoramiento*. Tipo van Marken, Delft.

FIGARI, M.T. 2001. Una bahía abierta a los vientos, los naufragios y los efectos climáticos que afectaban a Valparaíso (1850- 1930). *Revista Archivum*, Año II Números 2 y 3: 41-50. Imprenta Impoval. Valparaíso.

FLATMAN, J. 2003. Cultural biographies, cognitive landscapes and dirty old bits of boat: 'theory' in maritime archaeology. *The International Journal of Nautical Archaeology*, Vol. 32 (2): 143 – 157.

FONSECA, T. 1981. Variabilidad de las corrientes en la Bahía de Valparaíso. *Inv. Mar.*, 9(1-2): 39:59.

GIBBINS, D. y J. ADAMS. 2001. Shipwrecks and maritime archaeology. *World Archaeology*, Vol. 32 (3): 279 – 291.

GIBBS, M. 2006. Cultural Site Formation Processes in Maritime Archaeology: Disaster Response, Salvage and Muckelroy 30 Years on. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 35.1:4-19.

GROSSO, M. 2006. Arqueología de Naufragios: Estudio de Procesos de Formación Naturales en el sitio *HMS Swift* (Puerto Deseado, Santa Cruz). Tesis de Licenciatura en Antropología con orientación en Arqueología. UBA, Facultad de Filosofía, Bs. Aires, Argentina.

GUÉROUT, M. [MS.] 2003. Compte Rendu du Projet Valparaíso Sumergido. Groupe de Recherche en Archéologie Navale (GRAN). Informe Técnico de Prospección Geofísica de la bahía de Valparaíso, Mayo de 2003.

HERNÁNDEZ, R. 1926. *Las obras marítimas de Valparaíso y el puerto de San Antonio*. Imprenta Victoria.

INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA ARMADA. 1984. Sistema de Corrientes de la Bahía de Valparaíso. Departamento de Oceanografía. 36 pp.

INSTITUTO HIDROGRÁFICO DE LA ARMADA, 1988. Derrotero de la costa de Chile, volumen 1, de Arica a Canal de Chacao, 7ª Ed., Instituto Hidrográfico de la Armada, Chile.

KVAMME, K. 2003. Geophysical Surveys as Landscape Archaeology. *American Antiquity*, Vol. 68 (3): 435 – 457.

KOMAR, P. 1998. *Beach processes and sedimentation*. Prentice-Hall, New Jersey. 544 pp.

LEIGHTON, G. y J. SALCEDO. 2003 [MS]. Estudio Ambiental para las Actividades de Dragado en la Poza de Abrigo del Puerto de Valparaíso. Universidad de Valparaíso, Facultad de Ciencias del Mar. Informes Científicos y Técnicos N° 69/2003. Estudio solicitado por Terminal Pacífico Sur Valparaíso S.A. – Empresa Portuaria Valparaíso.

MCNINCH, J. , J, WELLS, T. DRAKE. 2001. The Fate of Artifacts in an Energetic Shallow-Water Environment: Scour and Burial At The Wreck Site Of Queen Anne's Revenge. *Southeastern Geology*, Vol. 40, No. 1, pp. 19-27.

MUCKELROY, KEITH.

1976. The integration of historical and archaeological data concerning an historic wreck site: The 'Kennemerland'. *World Archaeology* 7.3 pp 280-289.

1978. *Maritime Archaeology*. Cambridge University Press, New York.

O'SHEA, JOHN M. 2002. The archaeology of scattered wreck-sites: formation processes and shallow water archaeology in western Lake Huron. *The International Journal of Nautical Archaeology*, 31.2: 211-227.

PATILLO BERGEN, A. 1989. El Conjunto Portuario (Valparaíso, Quintero y San Antonio). En *Valparaíso busca su destino: IV Jornadas Territoriales*. Instituto de Investigaciones del Patrimonio Territorial de Chile, Universidad de Santiago. El Instituto, Santiago. Pp. 65 – 78.

RENFREW, C. Y P. BAHN, 1993. *Arqueología. Teorías, Métodos y Práctica*. Ediciones Akal, Madrid.

RIVEROS, A., P. GONZÁLEZ y A. DIDIER, 2004. La primera bolsa comercial de Valparaíso: información histórica y arqueológica. *Chungará (Arica)*, Vol.36, supl. Pp. 141-149.

SCHIFFER, MICHAEL B.

1975. Archaeology as Behavioral Science. *American Anthropologist*, New Series, Vol.77, No. 4. pp. 836-848.

1987. *Formation Processes of the Archaeological Record*. University of New Mexico Press, Albuquerque.

SHOA, 1997. Bahía y Puerto Valparaíso. Carta N° 511. En *Atlas Hidrográfico de Chile*. 5ª Edición. Talleres del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, Valparaíso.

SILOB CHILE 2004 [MS]. Estudio de Línea Base Ambiental Marítimo para el Proyecto Dragado del Sitio 6. Estudio solicitado por la Empresa Portuaria Valparaíso.

STEWART, D., 1999. Formation Processes Affecting Submerged Archaeological Sites: An Overview. *Geoarchaeology: An Internatioanl Journal*, Vol. 14, No. 6, 565-587.

STUARDO, J., SOTO, M., ANDRADE, H. & R. AGUILAR. 1981. Características granulométricas y componentes bioquímicos de los sedimentos de tres estaciones submareales de Valparaíso. *Rev. Biol. Mar.*, 17(2): 171-196.

WALLERSTEIN, I. 1998. *Utopística. O las Opciones Históricas del Siglo XXI*. UNAM: Siglo XXI Editores, Madrid:

WARD, I. A., P. LARCOMBE Y P. VETH. 1998. New process-based Model for Wreck Site Formation. *Journal of Archaeological Science* 26: 561 – 570.

## **ANEXOS**

## 1- Tabla de Registro de Sitios Subacuáticos.

### PROYECTO VALPARAÍSO SUMERGIDO 2004

Sitio	Detección	Cód. Geofísico	X	Y	Tipo de Sitio	Categoría
VP_21	BA_01	BA 066 S	257103.752	6341710.293	pecio	sitio coherente
VP_22	BA_02	BA 070 S	257103.163	6342378.965	pecio	sitio coherente
VP_23	BA_03	BA 073 S	257085.253	6342284.194	pecio	sitio coherente
VP_24	BA_04	BA 074 S	256918.82	6342084.021	pecio	sitio coherente
VP_25	BA_05	BA 059 S	257135.215	6342216.996	pecio	sitio coherente
VPC_02	s/c	s/c			pecio	sitio no coherente
VPC_03	s/c	s/c	256420.271	6341015.555	pecio	sitio coherente
VPC_04	s/c	s/c	257054.137	6341652.721	pecio	sitio coherente
VPC_05	s/c	s/c	256977.475	6341602.735	pecio	sitio coherente
VP_18	AL_18	AL 523 S	255156.223	6341289.287	pecio	sitio coherente
VP_25'	AL_25	AL 537 S	255716.689	6341305.101	pecio	sitio coherente
VP_26	AL_26	AL 540 S	255295.301	6341272.41	pecio	sitio coherente
VP_27	AL_27	AL 036 S	255289.267	6341201.974	pecio	sitio coherente
VP_28	AL_28	AL 035 S	255306.901	6341182.068	pecio	sitio coherente
VP_29	AL_29	AL 042 S	255364.508	6341183.504	pecio	sitio coherente
VP_30	AL_30	AL 041 S	255385.07	6341171.07	pecio	sitio coherente
VP_30'	s/c	s/c	255364.508	6341183.504	pecio	sitio coherente
VP_35	AL_35	AL 536 S	255907.467	6341276.554	pecio	sitio coherente
VP_36	AL_36	AL 541 S	255289.247	6341327.747	pecio	sitio coherente
VP_37	AL_37	AL 542 S	255272.664	6341368.024	pecio	sitio coherente
VP_39	AL_39	AL 543 S	255250.148	6341271.284	pecio	sitio coherente
VP_40	AL_40	AL 053 S	255717.425	6341275.526	pecio	sitio coherente
VP_41	AL_41	AL 544 S	255221.303	6341240.971	pecio	sitio coherente
VP_42	A_42	AL 545 S	255226.343	6341226.3	pecio	sitio coherente
VP_43	AL_22	AL 057 S	255582.973	6341294.374	pecio	sitio coherente
VP_50	pendiente	pendiente	254333.722	6342966.68	pecio	sitio coherente
VP_51	pendiente	pendiente	253506.96	6343809.738	pecio	sitio coherente
VP_52	pendiente	pendiente	254335.14	6342972.264	pecio	sitio coherente
VP_53	pendiente	pendiente			pecio	sitio no coherente

Sitio	Tipo de fondo	Eje	Orientación	Prof. Máxima	Prof. Mínima	Ext. Longitud.	Ext. Transv.	Placa Id.
VP_21	fango	316		36,6	35,2			sí
VP_22	arena / fango	155	120	23	21	60	9,5	sí
VP_23	arena	32	10	19,9		> 70	19,83	sí
VP_24	arena	356	330	19	16	81	20-25	sí
VP_25	arena	360	30	19	15	55	10	sí
VPC_02	arena			6	4			no
VPC_03	arena		32	3	1,5+	78	14	no
VPC_04	arena		35			34		no
VPC_05	arena					80		no
VP_18	fango	181	355 y 30	30,6	28,8	11	4,6	sí
VP_25'	arena / fango	5	360	34,5	29	100	21,7	sí
VP_26	fango	351		29,7	29,3	19,5	5	sí
VP_27	fango	39	10	27	21	47,8	12	sí
VP_28	fango	330		27	26	26	4,8	sí
VP_29	fango	360		27,5	22	35,8	4,8	sí
VP_30	fango	348	340	26	21	35,8	7	sí
VP_30'	fango		360	25	22	15,1	3	sí
VP_35	fango	2	2	33,8	29,1	57,1	6,9	sí
VP_36	fango	34	10 y 15	33,6	31	22	5,1	sí
VP_37	fango	5	180	33,4		18,7	3	sí
VP_39	fango	10		28,5		21	4,8	sí
VP_40	fango	46	80	32,9		10	4,5	sí
VP_41	fango	11		27,2	25,5	19,6	4,8	sí
VP_42	fango	11		26,6	24,9	19	4,8	sí
VP_43	fango	337	N/S	36,4	34	20,5	4,8	sí
VP_50	arena / conchilla		20	15,2	14	22,4	5,6	sí
VP_51	arena / roca		300 y 320	22	13			sí
VP_52	arena / conchilla		SW/NE	21,3	14	22,5	5,3	sí
VP_53	arena / roca			22	8	>80		no

## 2- Ficha de Registro de Sitios Subacuáticos

<b>Ficha de Registro Sitios Arqueológicos Sumergidos</b>	
Sitio	
Detección	
Código Geofísico	
Datum Utilizado	WGS 84 / PSAD 56 / PSAD 69
Coordenada Este (X)	
Coordenada Norte (Y)	
Tipo de Sitio	Conchal / Estructura / Pecio / Hallazgo Aislado / Otro
Categoría	Sitio Coherente / Sitio No Coherente
Tipo de Fondo	Limo / Arena / Conchilla / Gravilla / Arcilla / Guijarros / Roca / Otros
Fauna existente	Incrustante / Perforante / Otra
Orientación	
Pendiente	Plano (0) / Suave (1 – 5) / Mediana (5 – 15) / Fuerte (mayor 15)
Profundidad Máxima	
Profundidad Mínima	
Visibilidad	(Mala, 1) / (Mediana, 2) / (Buena,3)
Extensión Transversal	
Extensión Longitudinal	
Rasgos específicos	
Placa Identificadora	SI/NO
Estado de conservación	Muy Malo / Malo / Regular / Bueno / Muy Bueno
Observaciones	
Investigador Responsable	
Fecha	

